

**Untersuchung 60 dentaler Gußwachse
nach den Normen der FDI-Spezifikation Nr.4**

1968

von

Elke Weckerle geb. Luft

aus

Bad Nauheim

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
(Vorstand: Prof. Dr. A. Kröncke)
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. Dr. G. Steinhardt)

Untersuchung 60 dentaler Gußwachse nach den Normen der FDI-Spezifikation Nr.4

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Elke Weckerle geb. Luft

aus

Bad Nauheim

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke
Referent: Priv.-Doz. Dr. Dr. R. Harndt
Korreferent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 12. 11. 1968

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I Literatur zum Thema	1
II Fragestellung	8
III Problematik	10
a) Kritische Betrachtung zur FDI-Spezifikation Nr. 4 für Gußwachse	10
b) Versuchsanordnung	26
1.) Versuchsreihe 1: Wachsrückstand	
2.) Versuchsreihe 2: Lineare Wärme-Expansion	
c) Material	30
1.) Beschaffung des Materials	
2.) Herstellerfirmen und Fabrikate	
IV Durchführung	37
a) Versuchsreihe 1: Wachsrückstand	
b) Versuchsreihe 2: Lineare Wärme-Expansion	43
V Ergebnisse	74
VI Diskussion der Ergebnisse	88
VII Zusammenfassung	90
VIII Literatur-Nachweis	92

I. Literatur zum Thema

Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten beschäftigen sich seit dem Zeitpunkt, an dem das Gußverfahren 1907 von Taggart in die Zahnheilkunde eingeführt wurde, mit der Verbesserung der Passgenauigkeit und Formtreue des Gußobjektes.

Es ist heute allgemein bekannt, daß die Passgenauigkeit eines Inlays von den verschiedensten Faktoren abhängig ist. Die Qualität des Gußwachses, der Einbettmasse und des Gußmetalls sind von entscheidender Bedeutung. Genau so wichtig ist jedoch die Kenntnis der Eigenschaften der angewandten Materialien. Häufig führt unsachgemäße Behandlung von Wachs, Einbettmasse und Metall zu vermeidbaren Fehlern. Läßt man diese durch genaue Information und exakte Durchführung vermeidbaren Ungenauigkeiten außer acht, so bleiben immer noch eine Reihe von ungünstigen Faktoren, die durch solche Eigenschaften des Materials bedingt sind, auf die wir keinen Einfluß haben.

Da die erste Phase der Inlay-Herstellung in der Gewinnung eines genauen Wachsmodells des späteren Gußobjektes besteht, ist es klar, daß sich eine mindere Qualität oder eine unsachgemäße Verarbeitung dieses Wachses auf die spätere Passgenauigkeit ungünstig auswirken muß. Aus diesem Grunde befassen sich zahlreiche Veröffentlichungen mit der Problematik der zahnärztlichen Gußwachse.

Bereits 1911 untersuchte P r i c e (22) die Expansion und die Elastizität des Wachses. Unter Elastizität des Wachses versteht man dessen Fähigkeit nach Veränderung seiner Form die ursprüngliche Gestalt ganz oder teilweise wieder anzunehmen. Expansion bedeutet, daß sich das Wachs bei Erwärmung ausdehnt und beim Abkühlen zusammenzieht. Schon kleine Temperaturunterschiede bedingen relativ große Formveränderungen.

E l a n d e r (7) kommt in seinen Untersuchungen zu der gleichen Ansicht bezüglich der Wachseigenschaften, nur mit dem Unterschied, daß er die von P r i c e (22) für möglich gehaltene Wiederherstellung des Gleichgewichtes durch nachträgliches Schmelzen des in eine Form eingepreßten Wachses mittels eines heißen Instrumentes verneint.

Mit dieser Wachsexpansion versuchten V a n H o r n (29), E l a n d e r (7), P r e i s s e c k e r (21) und M e a n s (15) die Kontraktion des Metalls nach dem Abkühlen auszugleichen.

O h a s h i und P f a f f e n b e r g e r (19), V o l l a n d (30), G e r l a c h (9) und M u m f o r d und P h i l l i p s (16) bewiesen jedoch, daß nicht das Wachs, sondern eine gute Einbettmasse in der Lage ist, durch Expansion die Kontraktion des Metalls auszugleichen.

M a v e s (14) und L a s a t e r (13) kamen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß bei Erwärmung des Wachsabdruckes nicht eine Expansion, sondern vielmehr

eine Deformation und Verzerrung des Abdruckes erfolgt.

Verschiedene Autoren fanden, daß die Volumänderungen des Gußwachses mit steigender Temperatur zunehmen und ihren größten Wert erreichen, wenn das Wachs in geschmolzenem Zustand verarbeitet wird.

So konnte N e l k e (17) eine geringere Veränderung des Wachsabdruckes feststellen, wenn er das Wachs nur geringgradig erweicht in plastischem Zustand in die Kavität brachte.

Zu dem gleichen Ergebnis kamen B e s i e r (3) und I l g (11, 12).

Auf die jedem Wachs innewohnende innere Spannung weist F a l c k (8) hin. Allerdings kommt er im Gegensatz zu B e e c k (2) und T h i e m (28) zu der Ansicht, daß bei Zimmertemperatur keine große Auslösung dieser inneren Spannung stattfindet.

B e e c k (2) und T h i e m (28) glauben die Auslösung der inneren Spannung ausschließlich auf die Zeitdauer und die Lagertemperatur, während der das modellierte Inlay gelagert wird, zurückführen zu können.

Nach F a l c k (8) entstehen innere Spannungen dadurch, daß Wachs, das in eine Form gegossen wird, schneller erstarrt, als es sich vollkommen zusammenziehen kann. Wenn man nun aber das Wachs nur plastisch in die Form einbringt, die Schmelztemperatur, bei der sich jeder Körper

am meisten ausdehnt, also nicht erreicht wird, so muß die beim Erstarren entstehende innere Spannung kleiner sein, da der Ausdehnungskoeffizient bei der niedrigen Temperatur ja ebenfalls kleiner ist.

P h i l l i p s und B i g g s (20) nehmen an, daß sich die innere Spannung nicht auswirkt, solange das Wachs in der Kavität eingeschlossen ist. Sobald die Wachsform aus der Kavität entfernt wird, beginnen sich die inneren Spannungen auszuwirken. Wenn also ein Verzug von Wachsabdrücken verhindert werden soll, müssen diese unmittelbar nach dem Abheben von der Präparation eingebettet werden. Der größte Verzug zeigt sich nach den ersten 2 bis 3 Stunden der Lagerung. Der Verzug beschleunigt sich bei steigender Lagertemperatur. Wenn eine Lagerung nicht zu umgehen ist, sollte sie bei möglichst niedriger Temperatur erfolgen.

Außerdem kamen P h i l l i p s und B i g g s (20) zu einem bemerkenswerten Ergebnis: Je höher die Wachs-temperatur während der Verarbeitung ist, desto niedriger ist die innere Spannung und die Veränderung nach der Lagerung.

Dieses Ergebnis widerspricht deutlich der Ansicht F a l c k s (8). Ebenso widersprechen die Autoren der Meinung F a l c k s (8) über die Nichtauslösbarkeit der inneren Spannung bei Zimmertemperatur.

P h i l l i p s und B i g g s (20) fanden bei Versuchen an 436 gegossenen MOD-Wachsinlays, daß die stärksten Formänderungen innerhalb der ersten 20 Minuten auftraten, wenn das Wachsinlay bei 30 Grad Celsius gelagert wird. Diese Temperatur wird in einem Labor, vor allem in der Nähe von Öfen und Lampen häufig erreicht.

T h i e m (28) bemängelt in seiner Arbeit ganz richtig die Tatsache, daß die Untersuchungsergebnisse von P h i l l i p s und B i g g s (20) an gegossenen Goldinlays abgelesen wurden und somit die Entstehung von Fehlerquellen allein dadurch gegeben war, daß das komplizierte Gußverfahren nicht ausgeschlossen wurde. Vor allem zeigt T h i e m (28) im Gegensatz zu P h i l l i p s und B i g g s (20) sehr deutlich, daß die Verarbeitungsweise bei den verschiedenen Wachssorten ausschlaggebend für die Größe der Formveränderung eines Inlays ist.

Ebenso wie N o s s e k (18) untersucht er, aufbauend auf eine modifizierte Prüfmethode von R e h b e r g (23), fünf verschiedene Dental-Gußwachse auf ihr physikalisches Verhalten und die für jedes Wachs günstigste Verarbeitungsweise. Er kommt zu dem Schluß, daß Inlays, die nach Prepon- oder Harvard-Wachsmodellen hergestellt wurden, immer relativ genau in die Kavität paßten, unabhängig von der Verarbeitungsweise. Zu Beanstandungen des Sitzes eines Inlays aber kam es oft, wenn bei der Verarbeitung Ceradent-, Dental- oder Wapfenowachs verwandt,

auf die Art der Verarbeitung kein Wert gelegt und der fertige Wachsabdruck unsachgemäß über längere Zeit gelagert wurde. Daraus läßt sich leicht die Folgerung ziehen, daß es sehr wohl Wachse gibt, die unserer Forderung nach möglichst einfacher Verarbeitung und trotzdem guter Passgenauigkeit zumindest sehr nahekommen.

Die in der Zahnheilkunde verwendeten Wachse enthalten immer zwei oder mehr Naturwachse, zusätzlich Paraffin und Stearin mit Beimischungen von Harzen sowie Farbstoffen, die das Wachs grün, blau oder schwarz färben. Quantität und Qualität der Einzelbestandteile in günstigster Zusammensetzung entscheiden über die Güte und Brauchbarkeit eines Gußwachses.

Um die Aufklärung der physikalischen Eigenschaften der dentalen Gußwachse hat sich vor allem P f a f f e n - b e r g e r (24, 26, 27) zusammen mit seinen Mitarbeitern verdient gemacht.

Für das Gußverfahren wichtige physikalische Eigenschaften der Einzelbestandteile dentaler Gußwachse haben C r a i g , E i c k und P e y t o n (5) in einer umfassenden Arbeit 1965 untersucht. Sie fanden z.B., daß pflanzliche Wachse eine geringere Wärmeexpansion aufweisen als Mineralwachse, wie Paraffin oder Ceresin. Die geringste Wärmeexpansion aller untersuchter Wachse zeigte das Karnauba-Wachs. Es wies als einziges eine konstante, lineare Expansion zwischen 22 und 52 Grad Celsius auf.

Bei allen anderen Wachsen verlief die Expansion in diesem Temperatur-Intervall nicht gleichmäßig, d.h. nicht linear.

Zahlreiche Wissenschaftler und wissenschaftlich tätige Zahnärzte wie D r e y e r J ö r g e n s e n (6), W e i k a r t (31, 32), B o n s a c k (4) und T a e g e (25) beschäftigten sich in den letzten Jahren im Rahmen ihrer Forschungen mit der Zusammensetzung und den Eigenschaften der dentalen Gußwachse und untermauern damit die zentrale Bedeutung des Wachses im Ablauf des Gußverfahrens.

II. Fragestellung

Aus der einleitenden Literaturübersicht werden die Anstrengungen zahlreicher Wissenschaftler in den letzten 50 Jahren um die Verbesserung der zahnärztlichen Gußwachse ersichtlich. Als wesentliche Merkmale werden in den veröffentlichten Arbeiten die Probleme der Expansion des Wachses und der Kontraktion des Metalls hervorgehoben. Immer wieder wurde versucht, die Expansion der Gußwachse als Äquivalent der Kontraktion des Gußmetalls bei der Abkühlung gegenüberzustellen (V a n H o r n (29), E l a n d e r (7), P r e i s e g g e r (21), und M e a n s (15)). Erst P f a f f e n b e r g e r und O h a s h i (19) bewiesen eindeutig, daß nicht das Wachs, sondern eine gute Einbettmasse die Kontraktion des Metalls durch eine ihr eigene Expansion auszugleichen vermag. T h i e m (28) untersucht u.a. die günstigste Verarbeitungsweise fünf verschiedener Dentalwachse und kommt zu dem Schluß, daß jedes gute zahnärztliche Gußwachs unabhängig von seiner Verarbeitungsweise zu einem zufriedenstellenden Ergebnis, d.h. zu ausreichender Paßgenauigkeit des gegossenen Inlays führt. Nur bei unqualifizierten Wachsen ist das Ergebnis abhängig von einer bestimmten Verarbeitungsweise. Wenn also ein Hersteller eine günstige Zusammensetzung der einzelnen Ausgangsprodukte für das von ihm fabrizierte Wachsprodukt gefunden hat, so wird dieses

Gußwachs durchaus in der Lage sein, den zahnärztlichen Anforderungen zu entsprechen. Leider wird die Zusammensetzung eines solch guten Wachses in der Regel nicht bekannt, da die Herstellerfirma das Rezept als Fabrikgeheimnis bewahrt. Wie aber soll ein Zahnarzt aus dem riesigen Angebot an dentalen Gußwachsen das für ihn geeignete Wachs herausfinden? Die American Dental Association hat zum erstenmal bestimmte Anforderungen an ein gutes Gußwachs gestellt und diese in einer Spezifikation zusammengefaßt.

Sicherlich lassen sich auch gegen diese Spezifikation verschiedene Einwände erheben. So hat z.B. die Arbeitsgemeinschaft der deutschen Zahnärzte zur Überarbeitung der FDI-Spezifikation (1) 1967 einige Verbesserungsvorschläge, vor allem in Bezug auf den europäischen Markt gemacht.

Ohne also die von der FDI festgelegte Norm als endgültig ausgefeilt ansehen zu wollen, haben wir uns die Aufgabe gestellt, alle auf dem deutschen Markt erhältlichen dentalen Gußwachse nach der FDI-Spezifikation Nr. 4 zu testen. Vor allem interessierte es uns, inwieweit die einzelnen Herstellerfirmen bereits auf diese Vorschläge eingegangen sind.

III Problematik

a) Kritische Betrachtung zur FDI-Spezifikation Nr. 4 für Gußwachse:

1. Anwendungsbereich und Klassifikation

1.1. Anwendungsbereich. Diese Spezifikation gilt für Gußwachse, die zum Modellieren innerhalb und außer- halb des Mundes verwendet werden. Diese Wachse be- stehen überwiegend aus natürlichen und künstlichen Wachsen, sowie Kohlenwasserstoffen der Paraffin- reihe.

Bemerkung: Die vom Bundesverband der Deutschen
Zahnärzte mit der Überarbeitung der FDI-Spezifi-
kation beauftragte Arbeitsgemeinschaft macht hierzu
folgenden Abänderungsvorschlag: "Dieser Punkt könn-
te besser den modernen Erfordernissen angepaßt wer-
den, wenn man z.B. folgende Formulierung wählt:
diese Spezifikation gilt für Gußwachse, die zum
Modellieren innerhalb und außerhalb des Mundes ge-
eignet sind und vorwiegend aus natürlichen und
künstlichen Wachsen (z.B. Kohlenwasserstoffe der
Paraffinreihe) bestehen".

1.2. Typen und Gruppen: Durch diese Spezifikation wer- den folgende Typen und Gruppen von Gußwachs er- faßt:

Typ I

Wachs für direktes Verfahren

Gruppe 1 Stangen

Gruppe 2 Kegelform

Typ II

Wachs für indirektes Verfahren

Gruppe 1 Stangen

Gruppe 2 Kegelform

Bemerkung: Die Arbeitsgemeinschaft ist der Ansicht, daß bei diesem Punkt auf die Unterteilung in die Gruppen I und II verzichtet werden kann, da sich diese Spezifikation nicht nur auf die Gußwachse in Stangen und Kegelform zu beschränken braucht.

2. Anwendbare Spezifikation

- 2.1. Spezifikation. Für diese Spezifikation gelten keine weiteren Spezifikationen.
(Dieser Punkt erscheint überflüssig).

3. Anforderungen

- 3.1. Einheitlichkeit. Das Wachs soll einheitlich und frei von Fremdstoffen sein.

Dieser Punkt könnte nur dann seine Berechtigung erhalten, wenn die Art der nicht zugelassenen Fremdstoffe erwähnt wird. Es ist doch selbstverständlich, daß jede Wachsfirma die ihr geeignet erscheinenden Fremdstoffe ihrem Gußwachs zusetzt

und sei es nur ein Farbstoff. Die Erfüllung der Forderung des Punktes 3.6. macht den Punkt 3.1. überflüssig.

3.2. Format. Das Format soll den Wünschen des Abnehmers entsprechen.

3.3. Farbe. Die Farbe des Wachses soll den Wünschen des Abnehmers entsprechen.

Bemerkung: Beide Punkte sollten gestrichen werden. Die Forderung dieser Punkte sind für jede Dentalfirma eine Selbstverständlichkeit. Außerdem besteht zwischen dem Format und der Farbe eines Wachses einerseits und der Qualität eines Wachses andererseits nicht der geringste Zusammenhang.

3.4. Erweichen. Das Wachs soll beim Erweichen nicht blättrig werden. Es soll auch nicht dazu neigen, wenn es verarbeitet und verformt wird.

3.5. Splittern. Das Wachs soll nicht merklich splintern oder blättern, wenn es zu einem feinen Rand bei $23 \pm 2^{\circ}$ Celsius beschnitten wird.

Bemerkung: Beide Punkte erscheinen uns in der jetzigen Fassung nicht ausreichend formuliert. Für beide Punkte sollten objektive und reproduzierbare Untersuchungsmethoden ausgearbeitet werden.

3.6. Rückstand. Wird das geschmolzene Wachs bei 500° Celsius verdampft, soll es keine festen Rückstände

von mehr als 0,10 % des Originalgewichtes der Prüfmenge aufweisen, wenn es nach 4.3.3. getestet wird.

3.7. Flow (Verformung)

3.7.1. Wachs vom Typ I

3.7.1.1. Der Flow bei 37⁰ Celsius soll nicht mehr als 1 % betragen

3.7.1.2. Der Flow bei 40⁰ Celsius soll nicht mehr als 20 % betragen

3.7.1.3. Der Flow bei 45⁰ Celsius soll wenigstens 70 und höchstens 90 % betragen

3.7.2. Wachs vom Typ II

3.7.2.1. Der Flow bei 30⁰ Celsius soll nicht mehr als 1 % betragen

3.7.2.2. Der Flow bei 40⁰ Celsius soll nicht weniger als 50 % betragen

3.7.2.3. Der Flow bei 45⁰ Celsius soll mindestens 70 und höchstens 90 % betragen

3.8. Lineare Wärmeexpansion bei Wachs vom Typ I

3.8.1. Die lineare Wärmeexpansion soll von 25⁰ Celsius bis 30⁰ Celsius nicht mehr als 0,2 % betragen, wenn es nach 4.3.2.2. getestet wird.

3.8.2. Die lineare Wärmeexpansion soll von 25⁰ Celsius bis 37⁰ Celsius nicht mehr als 0,6 % betragen, wenn es nach 4.3.2.2. getestet wird.

Bemerkung: Die Punkte 3.6. bis einschließlich 3.8.2. verdienen besondere Beachtung, handelt es sich dabei doch um Untersuchungsergebnisse, die objektiv, untereinander vergleichbar und jederzeit reproduzierbar sind. In der vorliegenden Arbeit wurden daher die auf dem deutschen Markt erhältlichen Wachse auf die Erfüllung der in den Punkten 3.6. bis 3.8.2. aufgeführten Forderungen untersucht.

- 3.9. Anweisungen des Herstellers. Jeder Packung mit Wachs soll eine Gebrauchsanweisung beiliegen, die über die Methode des Erweichens, die Verarbeitungstemperatur und die Wärmeexpansion des Wachses von 25° Celsius bis 30° Celsius und 37° Celsius Auskunft gibt. (Angaben für die Wärmeexpansion sind nur für Wachs vom Typ I erforderlich).

Bemerkung: Diesem Punkt sollte besondere Beachtung geschenkt werden.

K e i n e s d e r v o n u n s g e t e s t e -
t e n W a c h s f a b r i k a t e e r f ü l l t
d i e s e F o r d e r u n g .

Der Punkt 4 enthält die Versuchsmethodik. Er soll im Interesse eines systematischen Aufbaues an den Schluß der Betrachtungen gestellt werden.

5. Versandvorschriften

5.1. Verpackung. Das Material ist in der bewährten, handelsüblichen Form zu verpacken.

Bemerkung: Dieser Punkt erscheint überflüssig.

5.2. Kennzeichnung

5.2.1. Kenn-Nummern. Jeder Behälter ist mit einer Seriennummer oder einer Kombination von Buchstaben und Zahlen zu versehen, die auf die Aufzeichnungen des Herstellers für die jeweilige Produktionspartie hinweist.

5.2.2. Herstellungsdatum. Das Datum der Herstellung (Jahr und Monat) ist auf den Behältern gesondert oder als Teil der Kenn-Nummer (5.2.1.) anzugeben. Bemerkung: Die oben genannte Arbeitsgemeinschaft will auf den Punkt 5.2.2. verzichten, weil in Punkt 5.2.1. bereits chronologische Aufzeichnungen verlangt werden. Das ist sicherlich zum Teil richtig, Besser aber wäre es, vom Hersteller zu verlangen, das Herstellungsdatum unverschlüsselt auf der Verpackung anzugeben, denn nur dadurch wird dem Verbraucher eine Kontrolle des Alters des von ihm verwendeten Gußwachses ermöglicht.

5.2.3. Nettogewicht. Das Mindestnettogewicht ist auf jedem Behälter anzugeben.

Bemerkung: Diese Forderung wird von allen untersuchten Wachsfabrikaten erfüllt.

- 5.2.4. Typ und Gruppe. Der Typ und die Gruppe sind auf allen Behältern zu vermerken.

Bemerkung: Analog zum Änderungsvorschlag 1.1. kann auf die Gruppenbezeichnung verzichtet werden. Bei den untersuchten Wachsen wurde zwar meist die Gruppe, nie aber der Typ angegeben.

6. Anmerkung:

- 6.1. Empfohlener Anwendungsbereich. Die übliche Anwendung der beiden angeführten Wachstypen ist: Typ I - Wachs für das direkte Verfahren; dieses Wachs ist zum Modellieren von Inlays und Kronen innerhalb oder außerhalb des Mundes geeignet. Typ II; Wachs für das indirekte Verfahren; dieses Wachs ist zum Modellieren von Inlays und Kronen außerhalb des Mundes besonders geeignet.

4. Prüfmaterial, Inspektion und Testverfahren.

- 4.1. Prüfmaterial. Die Art und Weise der Beschaffung und die Menge des Prüfmaterials sind zwischen den betreffenden Parteien zu vereinbaren.

Bemerkung: Dieser Punkt ist viel zu allgemein gehalten und wahrscheinlich überflüssig.

- 4.2. Inspektion. Eine visuelle Inspektion soll dazu dienen, die Übereinstimmung mit den unter 3.1., 3.3., 3.4., 3.5., 3.9., 5.1., 5.2.1. und 5.2.2. aufgeführten Anforderungen festzulegen.

Bemerkung: Wie bereits oben beschrieben ist die Erfüllung dieser Anforderungen zum Teil sehr von subjektiven Eindrücken abhängig (3.4. und 3.5.), zum Teil unbedeutend (3.1., 3.3. und 5.1.) und zum Teil von keinem einzigen Hersteller erfüllt (3.9., 5.2.1. und 5.2.2.), so daß diese Punkte in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt wurden.

4.3. Physikalische Tests

4.3.1. Flow (Verformung)

- 4.3.1.1. Herstellung der Prüfkörper. Eine ausreichende Menge Wachs ist in Stücke zu zerbrechen und in eine Metallpfanne zu geben. Die Pfanne ist auf eine Fläche zu setzen, die sich 130 mm unter einer Infrarotlampe von 250 Watt befindet. Das Wachs soll während des Rührens eine Temperatur von $75 \pm 5^{\circ}$ Celsius erreichen und auf dieser Temperatur gehalten werden, bis die Prüfmenge vollständig geschmolzen ist. Die Temperatur ist mit einem Thermometer zu messen. Das geschmolzene Wachs soll dann in eine Form gegossen werden, die mit einem Silikonfett isoliert wurde, dessen Schmelzpunkt höher als $75 \pm 5^{\circ}$ Celsius liegt. Die Form soll aus einer rostfreien Stahlplatte von 6,0 mm Dicke mit planparalleler Ober- und Unterfläche bestehen und 4 Bohrungen von je 10 mm

Durchmesser aufweisen. Die Achse jeder Bohrung, deren Innenwand geglättet ist, soll senkrecht zur Oberfläche der Platte stehen. Die Form ist auf eine Temperatur von $55 \pm 5^{\circ}$ Celsius vorzuwärmen und auf eine glatte Glasplatte von 152 mm Länge, 76 mm Breite und 19 mm Dicke zu legen, die auf dieselbe Temperatur vorgewärmt wurde. Schrumpft das Wachs beim Erstarren, ist flüssiges Wachs nachzufüllen. Sobald das Wachs seine spiegelglatte Oberfläche verloren hat, ist eine glatte, flache und mit Zinn- oder Aluminiumfolie bedeckte Glasplatte, die ebenfalls auf $55 \pm 5^{\circ}$ Celsius vorgewärmt wurde, auf die Form zu legen. Dann ist für die Dauer von 30 Minuten ein Gewicht von 9,0 kg auf die mit einer Folie bedeckte Platte zu setzen. Das Gewicht, die Glasplatte und die Folie sind anschließend zu entfernen. Das überflüssige Wachs ist, z.B. mit einem Metallschaber, abzuschaben, bis die Prüfkörper mit der Formoberfläche eine Ebene bilden. Die Form wird dann durch leichtes Klopfen von der Glasplatte entfernt. Die Wachsprüfkörper sind, nach Abkühlen der Form in Wasser auf 10° Celsius herauszunehmen und bei $23 \pm 2,0^{\circ}$ Celsius für die Dauer von 24 Stunden vor dem Test zu lagern.

Bemerkung: In Übereinstimmung mit der Arbeitsgemeinschaft sind die Maße für die Glasplatte

für diesen Test auf 150 x 75 x 20 mm statt 152 x 76 x 19 mm abgeändert. Grundsätzlich wurden die durch die Umrechnung von Inch in Millimeter entstandenen Zahlen entweder auf- oder abgerundet, um den europäischen Verhältnissen entsprechende Dimensionen zu erhalten.

4.3.1.2. Testmethode. Die Ausgangslänge des Prüfkörpers ist mit einem Mikrometer bei $23 \pm 2,0^{\circ}$ Celsius zu bestimmen. Vier Messungen sind an der Peripherie und eine Messung im Mittelpunkt jedes Prüfkörpers vorzunehmen. Als Ergebnis ist der Durchschnitt der Messungen unter Abrundung auf 0,005 mm anzugeben. Die Prüfkörper und das Flow-Meßinstrument sind in ein Wasserbad zu legen und vor dem Testen für 20 Minuten auf Testtemperatur zu halten. Das Flow-Meßinstrument besteht aus folgenden Teilen: einem Gewicht, einem Schaft mit geringer Wärmeleitung und einer Messingplatte. Das Gesamtgewicht dieser 3 Teile soll an der Luft 2,0 kg betragen. Das Gewicht soll mit Hilfe des schlecht leitenden Schaftes zumindest 76 mm von der Messingplatte entfernt sein. (Dieser Schaft soll aus Hartgummi oder einem ähnlichen schlechten Wärmeleiter bestehen, um einen geringen Wärmeverlust des Prüfkörpers zu erreichen). Der Durchmesser der Messingplatte soll nicht weniger als 51 mm, die Dicke höchstens 6,35 mm betragen.

Die Temperatur des Wasserbades soll nicht mehr als $\pm 0,1^{\circ}$ Celsius von der erforderlichen Temperatur abweichen (zur Temperaturbestimmung ist ein geeichtes Thermometer zu verwenden). Durch einen mechanischen Rührer ist das Wasser in Bewegung zu halten. Eine wasserdichte Zellophanfolie ist zwischen die Enden des Prüfkörpers und das Testinstrument zu legen. Das untere Ende des Prüfkörpers soll sich 50 mm unter der Wasseroberfläche des Bades befinden. Für die Dauer von 10 Minuten ist ein konstanter Axialdruck von 2,0 kg auf den Prüfkörper auszuüben, dann ist dieser herauszunehmen und an der Luft auf $23 \pm 2,0^{\circ}$ Celsius abzukühlen. Das Zellophan ist zu entfernen und die jetzige Länge des Prüfkörpers ist nach der gleichen Methode wie beim Messen der ursprünglichen Menge zu bestimmen. Der Flow, der sich in einer Längenänderung äußert, ist als Prozentsatz der Ausgangslänge anzugeben. Der Wert des Flow soll bei jeder Testtemperatur dem auf 0,1 Prozent abgerundeten Durchschnittswert von 3 Prüfkörpern entsprechen. Für die Anfertigung des Flow-Messgerätes danken wir der Fa. Siemens und Halske (Werner-Werk für medizinische Elektrotechnik).

Bemerkung: Einige Maße wurden, wie bereits angegeben, auf europäische Dimensionen abgewandelt: die Entfernung des Gewichtes von der Messingplatte 75 statt 76 mm, die Entfernung des unteren Endes des Prüfkörpers von der Wasseroberfläche 50 statt 51 mm. Nach einer Reihe von Voruntersuchungen wurde festgestellt, daß dieser Versuch mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht durchführbar war und zwar aus folgenden Gründen:

1. Trotz äußerster Sorgfalt gelang es niemals, die kleinen, gegossenen Wachszyylinder an der Oberfläche wirklich glatt zu bearbeiten. Verschiedene, in Abständen am gleichen Wachszyylinder vorgenommene Messungen ergaben Abweichungen bis zu 1 mm. Da aber eine Meßgenauigkeit von 0,005 mm vorgeschrieben ist, und diese Ungenauigkeit bereits vor der eigentlichen Durchführung des Flow-Testes auftraten, wären die erzielten Ergebnisse indiskutabel.
2. Es ist aus den Angaben der FDI-Spezifikation nicht erkennbar, wie ein so kleiner Wachszyylinder in einem Wasserbad so fixiert werden kann, daß ein 2,0 kg schwerer Stempel einwandfrei senkrecht auf dessen Oberfläche aufgesetzt werden kann. Das geringste Verkanten führt stets zu erheblichen Ungenauigkeiten. Aufgrund der

sehr unbefriedigenden Ergebnisse dieser Voruntersuchungen wurde deshalb auf die Durchführung des Flow-Testes verzichtet.

4.3.2. Lineare Wärmeexpansion

- 4.3.2.1. Herstellung der Prüfkörper. Das Wachs soll nach den Angaben unter 4.3.1.1. geschmolzen und in eine Messingform gegossen werden, die mit einem Silikon-Fett isoliert wurde, dessen Schmelzpunkt höher als $75 \pm 5^{\circ}$ Celsius liegt. Die Form soll eine über ihre ganze Länge sich erstreckende Nut von $6,35 \times 6,35$ mm aufweisen.

An jedem Ende der Form sind Begrenzungsklötzchen von 19 mm Länge in die Nut einzusetzen. Die Form ist auf $55 \pm 5^{\circ}$ Celsius vorzuwärmen. Tritt beim Erstarren eine Schrumpfung auf, ist flüssiges Wachs nachzugießen. Sobald das Wachs seine spiegelglatte Oberfläche verloren hat, ist eine ein-gefettete Messingplatte, die auf $55 \pm 5^{\circ}$ Celsius vorgewärmt wurde, auf die überfüllte Form zu legen. Dann ist die Messingplatte mit einem Gewicht von 9,0 kg für die Dauer von 30 Minuten zu belasten. Gewicht und Messingplatte sind anschließend zu entfernen und das überschüssige Wachs abzuschaben, bis der Prüfkörper mit der Oberfläche der Form eine Ebene bildet (die Größe des nach dieser Methode hergestellten und im Meßmikroskop verwendeten Prüfkörpers wird etwa $267 \times 6,35 \times 6,35$ mm

betragen). Der Prüfkörper ist aus der Form zu entnehmen. Ungefähr an den Enden der Oberfläche sind kleine markierte Metallstifte einzulassen, die als Merkzeichen für die folgenden Längenmessungen dienen. Nachdem der Prüfkörper fertiggestellt ist, soll er vor dem Testen für 24 Stunden bei 37° Celsius aufbewahrt werden.

4.3.2.2. Testmethode. Der Prüfkörper ist auf drei verschiedene Temperaturen zu erwärmen, und bei jeder Temperatur ist die Differenz zwischen den Markierungszeichen der beiden Metallstifte zu bestimmen. Ein Meßmikroskop oder ein Gerät von ähnlicher Genauigkeit ist für die Messungen zu verwenden. Der Prüfkörper ist in eine geeignete Vorrichtung zu legen, die zum Erkennen der Markierungszeichen Öffnungen aufweist. Die Öffnungen mit den Maßen $9,52 \times 12,7$ mm sollen vom Ende der Vorrichtung jeweils $6,35$ mm entfernt liegen. Die Vorrichtung soll so konstruiert sein, daß der Prüfkörper nur an 2 verengten Stellen geführt wird, die eine lichte Weite von $7,94 \times 7,94$ mm aufweisen. Diese Führungen sollen jeweils $25,4$ mm vor den Enden der Vorrichtung liegen und die Expansion während des Erwärmens möglichst wenig behindern. Eine erste Längenmessung soll nach einem Wasserbad von 20 Minuten bei $25,0 \pm 0,1^{\circ}$ Celsius erfolgen. Anschließend ist die Tempera-

tur des Wasserbades auf $30,0 \pm 0,1^{\circ}$ Celsius zu erhöhen. Der Prüfkörper soll dann 20 Minuten bei dieser Temperatur im Wasser liegen, bevor wieder die Differenz zwischen den Markierungen bestimmt wird. Das gleiche Verfahren ist bei $37,0 \pm 0,1^{\circ}$ Celsius zu wiederholen. Als Werte für die lineare Wärmeexpansion wird der auf 0,05 Prozent abgerundete für jede Prüftemperatur gemessene Wert angegeben, wobei man den Meßwert $25,0 \pm 0,1^{\circ}$ Celsius gleich Null setzt.

Bemerkung: Anhand von Voruntersuchungen wurde festgestellt, daß auch dieser Versuch nicht so durchgeführt werden kann, wie er oben beschrieben ist. Trotz sorgfältigem Einfetten mit einem hoch schmelzenden Silikonfett war es nicht möglich, den Wachs-Prüfkörper unversehrt aus der Messingnut zu entfernen. Es wurde daher eine eigene, vereinfachte Versuchsmethode verwandt. Aus diesem Grunde werden die vorliegenden Ergebnisse nicht exakt mit den Ergebnissen amerikanischer Untersuchungen übereinstimmen, soweit überhaupt solche Messungen an verschiedenen Wachsen durchgeführt worden sind. (Eine entsprechende Veröffentlichung ist nicht bekannt). Entscheidend ist jedoch, daß die Ergebnisse untereinander vergleichbar und mit der gewählten Methodik jederzeit reproduzierbar sind.

4.3.3. Rückstand. Etwa ein Gramm Wachs ist in eine Glüh-
schale zu legen, die vorher durch wiederholtes
Erhitzen auf 500° Celsius und Abkühlung auf 20
bis 25° Celsius auf ein konstantes Gewicht ge-
bracht wurde. Die so behandelte, tarierte und
mit dem Wachs gefüllte Glühchale ist in einem
Glühofen bei $25 \pm 2,0^{\circ}$ Celsius zu setzen.
Die Temperatur des Glühofens soll dann auf 500°
Celsius erhöht und diese Temperatur für eine
Stunde beibehalten werden. Die Glühchale ist
nun aus dem Glühofen zu nehmen und in einen Ex-
siccator zu stellen, in dem sie vor dem Wiegen
auf 20 bis 25° Celsius abkühlt. Als Wert für
den Rückstand ist der auf 0.02 % abgerundete
Durchschnittswert von zwei Prüfungen anzugeben.
Bemerkung: Übereinstimmend mit der oben genann-
ten Arbeitsgemeinschaft wird es für ausreichend
erachtet, wenn die Glühchale vor dem Wiegen
"auf Raumtemperatur" statt auf 20 bis 25° Cel-
sius abkühlt.

Von den in der FDI-Spezifikation Nr. 4 ange-
führten Punkte für eine vergleichende, objek-
tive Untersuchung der auf dem deutschen Markt
erhältlichen dentalen Gußwachse sind praktisch
nur 2 Tests verwendbar:

1. die Untersuchung des Verbrennungsrückstandes
und
2. die Messung der linearen Wärmeexpansion.

b) Versuchsanordnung

1) Versuchsreihe I: Wachsrückstand

8 kleine Porzellanschälchen werden durch zweimaliges Erhitzen auf 500° Celsius und Abkühlung auf Raumtemperatur von ca. 20° Celsius auf ein konstantes Gewicht gebracht.

Um die Luftfeuchtigkeitsschwankungen des Arbeitsraumes nach Möglichkeit auszuschalten, werden die Töpfchen danach 12 Stunden in einem Exsiccator aufbewahrt und anschließend das Leergewicht jedes einzelnen Schälchens bestimmt. Daraufhin wird in jedes Schälchen etwa 1 Gramm Gußwachs gegeben und erneut gewogen.

Die 8 mit Gußwachs gefüllten Schälchen werden zusammen in einen Gußofen bei 25° Grad Temperatur gebracht und der Ofen langsam auf 500° Grad erhitzt. Diese Temperatur wird genau 60 Minuten beibehalten.

Danach kommen die Schälchen bei Raumtemperatur 12 Stunden in den Exsiccator, um anschließend wieder gewogen zu werden. Der so gefundene Wachsrückstand wird umgerechnet in Prozent des eingefüllten Waxes.

Um diesen Rückstand exakt zu bestimmen, wird der Versuch wiederholt und der Durchschnittswert beider Versuche ermittelt.

2) Lineare Wärmeexpansion

Etwa 3 g Wachs werden in kleine Stücke zerbrochen und in eine Metallpfanne gegeben. Durch eine 13 cm von der Pfanne entfernte Infrarotlampe von 250 Watt wird das Wachs unter ständigem Umrühren langsam zum Schmelzen gebracht. Dabei wird die Temperatur stets in dem Bereich von $75 \pm 5^{\circ}$ Celsius konstant gehalten. Das geschmolzene Wachs wird sodann in eine Messingform gegossen, die vorher mit einem Silikonfett isoliert wurde, dessen Schmelzpunkt höher als $75 \pm 5^{\circ}$ Celsius liegt. ^{†)}

Auf eine 300 x 100 mm große Messingplatte wurden 2 je 6,5 mm hohe Messingplatten so festgeschraubt, daß zwischen ihnen eine 6,5 mm breite, 6,5 mm tiefe und 300 mm lange Nut entstand. In die Enden dieser Nut wurden 2 kleine 20 mm lange, 6,5 mm breite und ebenso hohe Messingklötzchen so eingepaßt, daß sie sich reibungslos in der Nut bewegen lassen.

Vor dem Ausgießen der Nut mit Wachs wird darauf geachtet, daß das Ende der Klötzchen genau mit der Messingplatte abschließt. Die Form wird vor dem Ausgießen in einem Wasserbad auf $55 \pm 5^{\circ}$ Celsius vorgewärmt. Tritt beim Erstarren eine Schrumpfung ein, wird flüssiges Wachs nachgegossen. Sobald das Wachs seine

^{†)} Für die Anfertigung der Messingform danken wir der Fa. Siemens & Halske (Wernerwerk für medizinische Elektrotechnik).

"spiegelnde" Oberfläche verloren hat, wird eine andere, ebenfalls eingefettete und auf $55 \pm 5^{\circ}$ Celsius vorgewärmte Messingplatte auf die überfüllte Form gelegt. Diese Platte wird nun für die Dauer von 30 Minuten mit einer 9 kg schweren Eisenplatte belastet. Danach werden Eisen- und Messingplatte entfernt und das überschüssige Wachs mit einem Wachsmesser abgeschabt, bis der Wachsprüfkörper mit der Oberfläche der Form eine Ebene bildet.

Nach der Vorschrift der FDI-Spezifikation soll nun der 260 x 6,5 x 6,5 mm große Wachsprüfkörper aus der Metallform genommen und in eine für die Messung geeignete Vorrichtung gebracht werden. Während der Voruntersuchung zeigte sich, daß sich trotz sorgfältig durchgeführter Einfettung der Wachsprüfkörper nie unverseht aus der Nut entfernen läßt. Daher wurde der Prüfkörper in seiner Form belassen und 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Beim Eingießen des flüssigen Wachses und während des Erhärtens werden die Klötzchen meist etwas über das Ende der Nut hinausgedrückt. Nach 24 stündiger Lagerzeit werden die Klötzchen leicht gegen den Wachsprüfkörper gedrückt, um einen engen Kontakt zwischen Metallklötzchen und Wachs herzustellen. Mit einem Meßokular wird dieser überstehende Abschnitt gemessen und als Ausgangswert notiert. Wenn das Klötzchen mit seinem

lateralen Rand das Ende der Nut nicht erreicht und so eine negative Stufe zwischen Messingplatte und Klötzchen besteht, wird der Ausgangswert als negative Zahl notiert.

Da an jedem Ende der Nut ein Klötzchen eingeführt ist, die nicht immer symmetrische Abweichungen zeigen, müssen beide Seiten einer Messung unterzogen werden.

Eine positive Stufe am Ende R der Nut von 8 Teilstrichen und eine negative Stufe am Ende L der Nut von 2 Teilstrichen wird also als $R + 8 / L - 2$ notiert.

Die erste Längenmessung wird nach einem 20-minütigen Wasserbad des Wachsprüfkörpers bei $25 \pm 0,1^{\circ}$ Celsius durchgeführt. Da die Länge des Wachsprüfkörpers genau 260 mm beträgt, wenn beide Messingklötzchen mit dem Rand der Messingplatte abschließen, ist durch Addition oder Subtraktion der gemessenen und in μ umgerechneten Werte die tatsächliche Länge des Wachsprüfkörpers zu bestimmen. (Ein Teilstrich des Meßokulars entspricht bei der verwandten Vergrößerung 40μ). Die bei 25° Celsius gefundene Länge des Wachsprüfkörpers wird gleich 100 und als Ausgangslänge für die nachfolgenden Messungen gesetzt.

Nach der Messung bei 25° Celsius wird die Temperatur des Wasserbades auf $30 \pm 0,1^{\circ}$ Celsius erhöht. 20 Minuten wird der Prüfkörper bei dieser Temperatur im Was-

serbad gehalten und dann eine zweite Messung in oben beschriebener Weise durchgeführt. Die Differenz zwischen dem jetzt ermittelten Wert und dem Ausgangswert bei 25° Celsius ergibt die lineare Wärmeexpansion des untersuchten Wachses von 25 auf 30° Celsius.

Das gleiche Verfahren wird bei der Wassertemperatur von $37,0^{\circ}$ Celsius wiederholt und so die lineare Wärmeexpansion von 25 auf 37° Celsius ermittelt.

Der genaue Gang der Berechnung wird in Abschnitt IV dieser Arbeit erläutert.

c) Material

1) Beschaffung

Einzelne Wachse wurden in den letzten Jahren relativ häufig einer Untersuchung unterzogen. Die meisten Untersucher beschränkten sich aber auf einige spezielle, allgemein als brauchbar bekannte Wachse, wie z.B. auf Kerr- und Preponwachse. Wenn man aber bedenkt, wieviele Firmen allein in Deutschland dentale Gußwachse herstellen und wie stark der Import solcher Wachse aus dem Ausland, vor allem aus den USA und der Schweiz, in letzter Zeit angestiegen ist, so muß man sich doch fragen, inwieweit auch die allgemein weniger bekannten Wachse in Bezug auf ihre Qualität konkurrieren können.

Nach welchen Gesichtspunkten soll ein Zahnarzt bzw. ein Laborleiter unter dem beinahe unübersichtlichen Angebot das für ihn geeignete Gußwachs auswählen?

So wurde versucht, eine möglichst umfassende Zahl der in Deutschland erhältlichen Gußwachse nach den in der FDI-Spezifikation Nr. 4 aufgestellten Normen zu testen und miteinander zu vergleichen. Die Untersuchung des Verbrennungsrückstandes und der linearen Wärmeexpansion erscheinen objektiv am besten geeignet und liefern exakt vergleichbare Angaben. Alle Herstellerfirmen dentaler Gußwachse in Deutschland wurden um Zusendung der von ihnen vertriebenen Gußwachsfabrikate gebeten. ⁺)

Um eine Vergleichsmöglichkeit mit ausländischen Erzeugnissen zu ermöglichen, wurden über die Firma Ubert & Co., Kassel, die auch in Deutschland gebräuchlichen amerikanischen und schweizer Gußwachse importiert.

2) Herstellerfirmen und Fabrikate

Die Reihenfolge der Aufzählung der Herstellerfirmen und ihrer Fabrikate erfolgt nach dem zeitlichen Eingang des Untersuchungsmaterials. Alle Wachse wurden fortlaufend mit einer Zahl von 1 bis 60 versehen. Diese Nummer wurde während der gesamten Untersuchung und auch für diese Arbeit beibehalten.

⁺) Den Herstellerfirmen, die uns kostenlos mit dem Untersuchungsmaterial versorgten, sei an dieser Stelle gedankt.

2) Herstellerfirmen und Fabrikate

Die getesteten Gußwachse und ihre Herstellerfirmen
im einzelnen sind:

a) Gebrüder Steinhart

Krumbach/Schwaben

1. Platten, blau, rechteckig, 0,8 mm
2. Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm
3. Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm
4. Stangen, blau, rund

b) Mizzy Inc., Clifton Forge, USA

Taggart's Inlay Casting Wax

5. Stangen, grün, rund
6. Stangen, blau, rund

c) Dental Präparate Paul Berg

Hamburg-Rahlstedt, Liliencronstr.87

7. Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm
8. Platten, grün, rechteckig, 0,3 mm

d) Fa. Bayer, Leverkusen

Prepon-Wachse

9. Prepon-Lanzetten, blau
10. Prepon-Lanzetten, grün

e) Fa. Dentaureum

Pforzheim, Bayernstraße 53

11. Stangen, schwarz, sechskant, extrahart
12. Stangen, blau, sechskant, hart

f) Kerr Manufacturing Co.

Detroit 8, Michigan, USA

Inlay Casting Wax

13. Stangen, grün, rund, Type I, Class 1

14. Stangen, blau, sechskant, regular, Type II

g) Produits Dentaires S.A.

Vevey, Schweiz

15. Stangen, blau, rund

16. Stangen, schwarz, eckig

h) The S.S. White Dental Mfg.

Philadelphia, USA

17. Stangen, grün, sechskant

18. Stangen, blau, hart, sechskant, Type I, Class 1

19. Stangen, blau, sechskant, Type II, Class 1

20. Stangen, schwarz, sechskant, Type II, Class 1

i) The J. Bird Moyer Company Inc.

Philadelphia, USA

Moyco-Wax

21. Platten, grün, viereckig, 0,3 mm

22. Platten, grün, viereckig, 0,24 mm

23. Platten, grün, viereckig, 0,26 mm

24. Platten, grün, viereckig, 0,28 mm

k) Harvard Dentalgesellschaft

Richter & Hoffmann

Berlin 31

25. Stangen, blau, rund, weich

26. Stangen, blau, rund, normalhart

27. Stangen, blau, rund, extrahart

28. Kegel, blau

1) The Ransom & Randolph Co.

Toledo, Ohio, USA

29. Stangen, oval, schwarz, mittelhart

m) Krumbacher Wachswarenfabrik Moritz Sallinger

Morsa-Wachse

30. Einlage-Gußwachs, Stangen, blau, rund

31. Stangen, blau, rund

32. Platten, blau, rund, 0,25 mm

33. Platten, blau, rund, 0,3 mm

34. Platten, blau, rund, 0,4 mm

35. Platten, blau, rund, 0,6 mm

n) Fa. Ditzel, Meckesheim/Heidelberg

Gebdi-Wachse

36. Platten, blau, rund, 0,25 mm

37. Platten, blau, rund, 0,3 mm

38. Platten, blau, rund, 0,4 mm

39. Platten, blau, rund, 0,5 mm

40. Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm

41. Platten, blau, rechteckig, 0,3 mm

42. Platten, blau, rechteckig, 0,4 mm

43. Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm

44. Stangen, blau, sechskant, hart

o) Wachsindustrie Fulda

Adam Gies

- 45. Stangen, blau, rund
- 46. Platten, blau, rund, 0,25 mm
- 47. Platten, blau, rund, 0,3 mm
- 48. Platten, blau, rund, 0,4 mm

p) Heko-Werke

Chem. Fabrik Dr. Hengstmann & Co.

Berlin, Caspar-Theußstraße 12

- 49. Stangen, blau, rund, normalhart
- 50. Stangen, grün, rund, extrahart
- 51. Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm
- 52. Platten, grün, rechteckig, 0,6 mm

q) Neos Dental AG

Zürich 6, Schweiz

Ruscher's Casting Inlay Wax

- 53. Zylinderförmiger Wachsbblock, blau (Winter)
- 54. zylinderförmiger Wachsbblock, blau (Sommer)
- 55. zylinderförmiger Wachsbblock, grün (Winter)
- 56. zylinderförmiger Wachsbblock, grün (Sommer)
- 57. Platten, blau, 0,35 mm

r) Odus Dental AG

Dietikon, Zürich, Schweiz

Inlay Wachs Odus

- 58. Stangen, blau, sechskant

s) Diamond Cross Company

New York, USA

Inlay Crows Ponties

59. Diamond Cross Wax, Döschen, grün

t) The I.M. Ney Company

60. Ney Undercut Wax, Döschen, violett

IV Durchführung

a) Versuchsreihe I Wachsrückstand

1.) Steinhart-Wachse 0,8 mm

	1. Versuch	2. Versuch
Gewicht vor dem Erhitzen (G.v.E.)	7,6485	7,3454
Gewicht nach dem Erhitzen (G.n.E.)	6,5622	7,4283
Leergewicht der Porzellanschale (L.G.)	6,5618	7,4280
Wachsgewicht vor dem Erhitzen (W.G.)	0,9167	0,9172
Rückstand nach dem Erhitzen (R.)	0,0004	0,0003
Prozent (P.)	0,0436	0,0327
Durchschnitts-Prozent aus 2 Messungen (DP.)	<u>0,03815</u>	

Um eine übersichtliche und kurze Darstellung zu erreichen, werden bei allen folgenden Versuchen der Versuchsreihe I die hier in Klammern geschriebenen Abkürzungen gebraucht.

	G.v.E.	G.n.E.	L.G.	W.G.	R.	P.	DP.
2) Steinhart-Wachse 0,5 mm Platten	a) 7,5677	6,4764	6,4764	1,0913	0,0000	0,0000	<u>0,00000</u>
	b) 7,4537	6,4028	6,4028	1,0509	0,0000	0,0000	
3) Steinhart-Wachse 0,25 Platten	a) 7,6338	6,4046	6,4028	1,2310	0,0018	0,1462	<u>0,13245</u>
	b) 7,6189	6,5248	6,5235	1,0954	0,0013	0,1187	
4) Steinhart-Wachse Stangen	a) 8,0084	6,8165	6,8156	1,1928	0,0009	0,0754	<u>0,06705</u>
	b) 7,6689	6,4771	6,4764	1,1919	0,0007	0,0587	
5) Taggart's Wax Stangen grün	a) 7,6542	6,5241	6,5235	1,1307	0,0006	0,0530	<u>0,03080</u>
	b) 7,5760	6,4142	6,4141	1,1619	0,0001	0,0086	
6) Taggart's Wax Stangen blau	a) 7,6063	6,4146	6,4141	1,1922	0,0005	0,0419	<u>0,04625</u>
	b) 7,7258	6,5429	6,5423	1,1835	0,0006	0,0506	
7) Paul Berg Platten 0,5 mm blau	a) 7,6385	6,4289	6,4280	1,2105	0,0009	0,0743	<u>0,06185</u>
	b) 8,0278	6,8162	6,8156	1,2122	0,0006	0,0494	
8) Paul Berg Platten 0,3 mm grün	a) 7,9714	6,8162	6,8156	1,1558	0,0006	0,0519	<u>0,04815</u>
	b) 7,9395	6,8161	6,8156	1,1239	0,0005	0,0444	
9) Prepon Lanzetten blau	a) 7,4176	6,4028	6,4028	1,0148	0,0000	0,0000	<u>0,01675</u>
	b) 7,2972	6,4031	6,4028	0,8944	0,0003	0,0335	
10) Prepon Lanzetten grün	a) 7,5605	6,5235	6,5235	1,0370	0,0000	0,0000	<u>0,00000</u>
	b) 7,5183	6,5235	6,5235	0,9948	0,0000	0,0000	
11) Dentaureum Stangen schwarz	a) 7,5210	6,4142	6,4141	1,1069	0,0001	0,0090	<u>0,00950</u>
	b) 7,4102	6,4142	6,4141	0,9961	0,0001	0,0100	
12) Dentaureum Stangen blau	a) 7,4994	6,4280	6,4280	1,0714	0,0000	0,0000	<u>0,01055</u>
	b) 7,3750	6,4282	6,4280	0,9470	0,0002	0,0211	

	G.v.E.	G.u.E.	L.G.	W.G.	R.	P.	DP.
13) Kerr-Wachse Stangen grün	a) 7,7960	6,8157	6,8156	0,9804	0,0001	0,0102	
	b) 7,8992	6,8161	6,8156	1,0836	0,0005	0,0461	<u>0,02815</u>
14) Kerr-Wachse Stangen blau	a) 7,6754	6,5620	6,5618	1,1136	0,0002	0,0179	
	b) 7,6291	6,5622	6,5618	1,0673	0,0004	0,0374	<u>0,02765</u>
15) Vevey-Wachse Stangen blau	a) 7,3342	6,4772	6,4764	0,8578	0,0008	0,0932	
	b) 7,5431	6,4779	6,4764	1,0667	0,0015	0,1406	<u>0,01690</u>
16) Vevey-Wachse Stangen schwarz	a) 7,4319	6,4064	6,4028	1,0291	0,0036	0,3498	
	b) 7,3574	6,4048	6,4028	0,9546	0,0020	0,2095	<u>0,27965</u>
17) S.S.White Stangen grün	a) 7,4772	6,5237	6,5235	0,9537	0,0002	0,0209	
	b) 7,5932	6,5240	6,5235	1,0697	0,0005	0,0467	<u>0,03380</u>
18) S.S.White Stangen blau (hard)	a) 7,3318	6,4141	6,4141	0,9177	0,0000	0,0000	1
	b) 7,2737	6,4142	6,4141	0,8596	0,0001	0,0116	<u>0,00580</u>
19) S.S.White Stangen blau (regular)	a) 7,4718	6,5424	6,5423	0,9295	0,0001	0,0107	39
	b) 7,5474	6,5424	6,5423	1,0051	0,0001	0,0099	1
20) S.S.White Stangen schwarz	a) 7,3274	6,4280	6,4280	0,8994	0,0000	0,0000	
	b) 7,4572	6,4282	6,4280	1,0292	0,0002	0,0194	<u>0,00970</u>
21) Moyco-Wax Platten grün 0,3 mm	a) 7,8605	6,8161	6,8156	1,0449	0,0005	0,0478	
	b) 8,0484	6,8158	6,8156	1,2328	0,0002	0,0162	<u>0,03200</u>
22) Moyco-Wax Platten grün 0,24 mm	a) 7,4262	6,4033	6,4028	1,0234	0,0005	0,0488	
	b) 7,5250	6,4032	6,4028	0,9222	0,0004	0,0433	<u>0,04605</u>
23) Moyco-Wax Platten grün 0,26 mm	a) 7,7408	6,4769	6,4764	1,2644	0,0005	0,0039	
	b) 7,5940	6,4768	6,4764	1,1176	0,0004	0,0357	<u>0,01980</u>
24) Moyco-Wax Platten grün 0,28 mm	a) 7,6388	6,5623	6,5618	1,0770	0,0005	0,0464	
	b) 7,5713	6,5621	6,5618	1,0095	0,0003	0,0297	<u>0,03805</u>

	G.v.E.	G.n.E.	L.G.	W.G.	R.	P.	DP.
25) Harvard Stangen blau (weich)	a) 7,4357 b) 7,4314	6,4145 6,4145	6,4141 6,4141	1,0216 1,0173	0,0004 0,0004	0,0391 0,0393	<u>0,03920</u>
26) Harvard Stangen blau (normalhart)	a) 7,6048 b) 7,5675	6,5427 6,5626	6,5423 6,5623	1,0625 1,0052	0,0004 0,0003	0,0376 0,0292	<u>0,03340</u>
27) Harvard Stangen blau (extrahart)	a) 7,4949 b) 7,5701	6,4286 6,4288	6,4280 6,4280	1,0668 1,1421	0,0006 0,0008	0,0562 0,0700	<u>0,06310</u>
28) Harvard Kegel blau	a) 7,4793 b) 7,3134	6,4286 6,4284	6,4280 6,4280	1,3513 0,8854	0,0006 0,0004	0,0444 0,0451	<u>0,04475</u>
29) Ransom & Randolph Stangen schwarz	a) 7,6474 b) 7,7434	6,8159 6,8162	6,8156 6,8156	0,8318 0,9278	0,0003 0,0006	0,0360 0,0646	<u>0,05030</u>
30) Morsa Einlage-Gußwachs	a) 7,7240 b) 7,5472	6,5636 6,5636	6,5618 6,5618	1,1622 0,9854	0,0018 0,0018	0,1548 0,1826	<u>0,16870</u>
31) Morsa Stangen blau	a) 7,5423 b) 7,6365	6,4769 6,4770	6,4764 6,4764	1,0559 1,1601	0,0005 0,0006	0,0473 0,0517	<u>0,04950</u>
32) Morsa Platten blau 0,25 mm	a) 7,7169 b) 7,5868	6,5430 6,5430	6,5423 6,5423	1,2746 1,0445	0,0007 0,0007	0,0549 0,0670	<u>0,06095</u>
33) Morsa Platten blau 0,3 mm	a) 7,6483 b) 7,5799	6,5151 6,4149	6,5141 6,4141	1,2342 1,1658	0,0010 0,0008	0,0810 0,0686	<u>0,07480</u>
34) Morsa Platten blau 0,4 mm	a) 7,5436 b) 7,4026	6,5242 6,4037	6,5235 6,4028	1,0201 0,9998	0,0007 0,0009	0,0686 0,0900	<u>0,07930</u>
35) Morsa Platten blau 0,6 mm	a) 7,5553 b) 7,5197	6,4037 6,5243	6,4028 6,5235	1,1525 0,9962	0,0009 0,0008	0,0780 0,0803	<u>0,07915</u>
36) Gebdi Platten rund 0,25 mm	a) 7,8755 b) 7,7744	6,8174 6,8165	6,8156 6,8156	1,0599 0,9588	0,0018 0,0009	0,1698 0,0938	<u>0,13180</u>

	G.v.E.	G.n.E.	L.G.	W.G.	R.	P.	DP.
37) Gebdi Platten rund 0,3 mm	a) 7,4776 b) 7,4688	6,5629 6,5626	6,5618 6,5618	0,9158 0,9070	0,0011 0,0008	0,1201 0,0882	<u>0,10415</u>
38) Gebdi Platten rund 0,4 mm	a) 7,4967 b) 7,4433	6,4809 6,4799	6,4764 6,4764	1,0203 0,9669	0,0045 0,0035	0,4410 0,3619	<u>0,40145</u>
39) Gebdi Platten rund 0,5 mm	a) 7,3451 b) 7,4464	6,4041 6,4036	6,4028 6,4028	0,9423 1,0436	0,0013 0,0008	0,1379 0,0766	<u>0,10725</u>
40) Gebdi Platten rechteckig 0,25 mm	a) 7,4997 b) 7,6144	6,5247 6,5245	6,5235 6,5235	0,9762 1,0909	0,0012 0,0010	0,1229 0,0916	<u>0,10725</u>
41) Gebdi Platten rechteckig 0,3 mm	a) 7,4952 b) 7,5335	6,4156 6,4153	6,6161 6,4141	1,0811 1,1194	0,0015 0,0012	0,1387 0,1072	<u>0,12295</u>
42) Gebdi Platten rechteckig 0,4 mm	a) 7,7969 b) 7,6229	6,5434 6,5430	6,5423 6,5423	1,2546 1,0806	0,0011 0,0007	0,0876 0,0647	<u>0,07615</u>
43) Gebdi Platten rechteckig 0,5 mm	a) 7,5568 b) 7,5110	6,4290 6,4292	6,4280 6,4280	1,1288 0,0830	0,0010 0,0012	0,0885 0,1108	<u>0,09965</u>
44) Gebdi Stangen blau hart	a) 7,5310 b) 7,6193	6,5270 6,5265	6,5235 6,5235	1,0075 1,0958	0,0035 0,0030	0,3473 0,2737	<u>0,31050</u>
45) Kuki Stangen blau	a) 7,8636 b) 7,8294	6,8192 6,8188	6,8156 6,8156	1,0480 1,0138	0,0036 0,0032	0,3435 0,3156	<u>0,32855</u>
46) Kuki Platten blau 0,25 mm	a) 7,4676 b) 7,6180	6,5648 6,5652	6,5618 6,5618	0,9060 1,0562	0,0030 0,0034	0,3311 0,3219	<u>0,32650</u>
47) Kuki Platten blau 0,3 mm	a) 7,4938 b) 7,4716	6,4796 6,4794	6,4764 6,4764	1,0174 0,9952	0,0032 0,0030	0,3115 0,3014	<u>0,30795</u>
48) Kuki Platten blau 0,4 mm	a) 7,4071 b) 7,3279	6,4068 6,4058	6,4028 6,4028	1,0043 0,9251	0,0040 0,0030	0,3982 0,3242	<u>0,36120</u>

	G.v.E.	G.n.E.	L.G.	W.G.	R.	P.	DP.
49) Heko Stangen blau normalhart	a) 7,4534 b) 7,5318	6,4284 6,5236	6,4280 6,5235	1,0254 1,0083	0,0004 0,0001	0,0390 0,0099	<u>0,02445</u>
50) Heko Stangen grün extrahart	a) 7,4386 b) 7,5094	6,4145 6,4283	6,4141 6,4280	1,0245 1,0814	0,0004 0,0003	0,0390 0,0277	<u>0,03335</u>
51) Heko Platten blau 0,5 mm	a) 7,6344 b) 7,7347	6,5426 6,4142	6,5423 6,4141	1,0921 1,3206	0,0003 0,0001	0,0274 0,0075	<u>0,01745</u>
52) Heko Platten grün 0,6 mm	a) 7,5520 b) 7,5711	6,4770 6,5430	6,4764 6,5423	1,0756 1,0288	0,0006 0,0007	0,0557 0,0680	<u>0,06185</u>
53) Ruscher's Casting Wax blau (Winter)	a) 7,6414 b) 7,5608	6,5241 6,4767	6,5235 6,4764	1,1179 1,0844	0,0006 0,0003	0,0536 0,0276	<u>0,04060</u>
54) Ruscher's Casting Wax blau (Sommer)	a) 7,7560 b) 7,6603	6,8158 6,5235	6,8156 6,5225	0,9404 1,1368	0,0002 0,0000	0,0212 0,0000	<u>0,01060</u>
55) Ruscher's Casting Wax grün (Winter)	a) 7,4556 b) 7,8694	6,4142 6,8156	6,4141 6,8156	1,0415 1,0538	0,0001 0,0000	0,0096 0,0000	<u>0,00480</u>
56) Ruscher's Casting Wax grün (Sommer)	a) 7,5004 b) 7,5758	6,4032 6,5620	6,4028 6,5618	1,0976 1,0140	0,0004 0,0002	0,0364 0,0197	<u>0,02805</u>
57) Ruscher's Gußwachs Platten blau	a) 7,2497 b) 7,5058	6,4284 6,4282	6,4280 6,4280	0,8217 1,0778	0,0004 0,0002	0,0486 0,0185	<u>0,03355</u>
58) Odus Dental Stangen blau	a) 7,4997 b) 7,3759	6,5622 6,4143	6,5618 6,4141	0,9379 0,9618	0,0000 0,0002	0,0424 0,0207	<u>0,03155</u>
59) Diamond Cross Company Dörschen grün	a) 7,5577 b) 7,3742	6,5424 6,4030	6,5423 6,4028	1,0154 0,9714	0,0001 0,0002	0,0098 0,0205	<u>0,01515</u>
60) Ney Undercut Wax Dörschen violett	a) 7,7854 b) 7,5268	6,8162 6,5238	6,8156 6,5235	0,9698 1,0033	0,0006 0,0003	0,0618 0,0299	<u>0,04585</u>

b) Versuchsreihe II Lineare Wärme-Expansion

1.) Steinhart-Wachse 0,8 mm

<u>Messung bei 25 Grad Celsius:</u>	Rechts	Links
	-28	-19

Diese Zahlen bedeuten Teilstriche des Meßokulars am Mikroskop, d.h., daß der Wachsstab um $28 + 19 = 47$ Teilstriche kürzer ist, als die an sich geforderte Länge von 260 mm. Da nun 1 Teilstrich 40 mü ausmacht, ist die tatsächliche Länge des Wachsstabes 260 mm minus 47 mal 40 mü = 260000 minus 1880 mü = 258120 mü. Um eine vergleichbare Ausgangslänge zu schaffen, werden im folgenden sämtliche Rechnungen in dieser Art auf die genormte Ausgangslänge von 260 mm umgerechnet.

<u>Messung bei 30 Grad Celsius:</u>	R.	L.
	-28	-15

Die Differenz von 25 auf 30 Grad beträgt also 4 Teilstriche = 160 mü. Nach der Dreisatzrechnung:

$$x = \frac{100 \text{ mal } 160}{258120} \quad \text{ergibt sich daraus eine}$$

prozentuale Verlängerung des Wachsstabes um 0,0620 %. Diese Prozentangabe gilt jedoch nur für die Ausgangslänge von 258120 mü. Daher wird der gefundene Wert auf die Länge von 260000 mü nach dem Dreisatz:

$$x = \frac{0,0620 \text{ mal } 260000}{258120}$$

umgerechnet und es ergibt sich ein tatsächlicher Wert von 0,0625 %.

Messung bei 37 Grad Celsius:

R	L
-28	-13

Die Differenz von 25 auf 37 Grad Celsius beträgt demnach

6 Teilstriche = 6 mal 40 = 240 mü. Nach dem Dreisatz:

$$x = \frac{100 \text{ mal } 240}{258120} \text{ ergibt sich ein Prozentsatz von } 0,0930$$

und nach der Umrechnung auf 260 mm ein tatsächlicher

Wert von 0,0937 %.

Nach diesem Schema werden im folgenden sämtliche Meßergebnisse umgerechnet.

2.) Steinhart-Wachse 0,5 mm

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-23	+13	-20	+17	-18	+21

Wachslänge: 10 mal 40 = 400 mü

$$260000 \text{ minus } 400 = 259600 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{259600} = 0,1079$$

$$b) x = \frac{0,1079 \text{ mal } 260000}{259600} = \underline{0,1081 \%}$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{259600} = 0,2003$$

$$b) x = \frac{0,2003 \text{ mal } 260000}{259600} = \underline{0,2006 \%}$$

3.) Steinhart-Wachse 0,25 mm

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-34	-8	-34	-2	-34	+4

Wachslänge: 42 mal 40 = 1680 mü

260000 minus 1680 = 258320 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 6 mal 40 mü = 240 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 240}{258320} = 0,0929$$

$$b) x = \frac{0,0929 \text{ mal } 260000}{258320} = 0,0935 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 12 mal 40 = 480 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 480}{258320} = 0,1858$$

$$b) x = \frac{0,1858 \text{ mal } 260000}{258320} = 0,1870 \%$$

4.) Steinhart-Wachse Stangen:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-7	-23	-5	-14	-4	-10

Wachslänge: 30 mal 40 = 1200 mü

260000 minus 1200 = 258800 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 11 mal 40 mü = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{258800} = 0,1700$$

$$b) x = \frac{0,1700 \text{ mal } 260000}{258800} = 0,1708 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 16 mal 40 = 640 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 640}{258800} = 0,2473$$

$$b) x = \frac{0,24473 \text{ mal } 260000}{258800} = 0,2484 \%$$

5.) Taggarts Wax Stangen grün:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-3	-7	0	-7	+2	-5

Wachslänge: 10 mal 40 = 400 mü

260000 minus 400 = 259600 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259600} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259600} = 0,0463 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{259600} = 0,1079$$

$$b) x = \frac{0,1079 \text{ mal } 260000}{259600} = 0,1081 \%$$

6.) Taggarts Wax Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-2	-6	+1	-6	+3	-6

Wachslänge: 8 mal 40 = 320 mü

260000 minus 320 = 259680 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259680} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259680} = 0,0462 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{259680} = 0,0770$$

$$b) x = \frac{0,0770 \text{ mal } 260000}{259680} = 0,0771 \%$$

7.) Paul Berg Platten 0,5 mm blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-1	-15	+5	-13	+7	-12

Wachslänge: 16 mal 40 = 640 mü

$$260000 \text{ minus } 640 = 259360 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{259360} = 0,1234$$

$$b) x = \frac{0,1234 \text{ mal } 260000}{259360} = 0,1237 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 11 mal 40 = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{259360} = 0,1696$$

$$b) x = \frac{0,1696 \text{ mal } 260000}{259360} = 0,1700 \%$$

8.) Paul Berg Platten 0,3 mm grün:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+6	0	+11	+2	+15	+3

Wachslänge: 6 mal 40 = 240 mü

$$260000 + 250 = 260240 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{260240} = 0,1076$$

$$b) x = \frac{0,1076 \text{ mal } 260000}{260240} = 0,1075 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 12 mal 40 = 480 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 480}{260240} = 0,1844$$

$$b) x = \frac{0,1844 \text{ mal } 260000}{260240} = 0,1842 \%$$

9.) Prepon Lanzetten blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-2	-1	-2	+1	0	+1

Wachslänge: 3 mal 40 = 120 mü

$$260000 \text{ minus } 120 = 259880 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 2 mal 40 = 80 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 80}{259880} = 0,0308$$

$$b) x = \frac{0,0308 \text{ mal } 260000}{259880} = 0,0308 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{259880} = 0,0616$$

$$b) x = \frac{0,0616 \text{ mal } 260000}{259880} = 0,0616 \%$$

10.) Prepon Lanzetten grün:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-3	+2	-1	+3	0	+3

Wachslänge: 1 mal 40 = 40 mü

$$260000 \text{ minus } 40 = 259960 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259960} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259960} = 0,0462 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{259960} = 0,0615$$

$$b) x = \frac{0,0615 \text{ mal } 260000}{259960} = 0,0615 \%$$

11.) Dentaurum Stangen schwarz:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-10	-3	-8	-3	-7	-3

Wachslänge: 13 mal 40 = 520 mü

260000 minus 520 = 259480 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 2 mal 40 = 80 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 80}{259480} = 0,0309$$

$$b) x = \frac{0,0309 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,0310 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259480} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,0463 \%$$

12.) Dentaurum Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-12	-3	-10	-2	-8	0

Wachslänge: 15 mal 40 = 600 mü

260000 minus 600 = 259400 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259400} = 0,0463$$

$$b) x = \frac{0,0463 \text{ mal } 260000}{259400} = 0,0464 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{259400} = 0,1079$$

$$b) x = \frac{0,1079 \text{ mal } 260000}{259400} = 0,1081 \%$$

13.) Kerr-Wachse Stangen grün:

25 Grad		30 Grad		37 Grad:	
R	L	R	L	R	L
-9	-4	-7	-2	-6	0

Wachslänge: 13 mal 40 = 520 mü

260000 minus 520 = 259480 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{259480} = 0,0616$$

$$b) x = \frac{0,0616 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,0617 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{259480} = 0,1079$$

$$b) x = \frac{0,1079 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,1081 \%$$

14.) Kerr-Wachse Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-6	-12	-5	-10	-3	-9

Wachslänge: 18 mal 40 = 720 mü

260000 minus 720 = 259280 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259280} = 0,0463$$

$$b) x = \frac{0,0463 \text{ mal } 260000}{259280} = 0,0464 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 6 mal 40 = 240 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 240}{259280} = 0,0926$$

$$b) x = \frac{0,0926 \text{ mal } 260000}{259280} = 0,0929 \%$$

15.) Vevey-Wachs Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-15	-2	-10	+1	-7	+6

Wachslänge: 17 mal 40 = 680 mü

260000 minus 680 = 259320 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{259320} = 0,1234$$

$$b) x = \frac{0,1234 \text{ mal } 260000}{259320} = 0,1237 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 16 mal 40 = 640 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 640}{259320} = 0,2468$$

$$b) x = \frac{0,2468 \text{ mal } 260000}{259320} = 0,2474 \%$$

16.) Vevey-Wachs Stangen schwarz:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-31	-31	-27	-26	-23	-22

Wachslänge: 62 mal 40 = 2480 mü

260000 minus 2480 = 257520 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{257520} = 0,1398$$

$$b) x = \frac{0,1398 \text{ mal } 260000}{257520} = 0,1411 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 17 mal 40 = 680 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 680}{257520} = 0,2641$$

$$b) x = \frac{0,2641 \text{ mal } 260000}{257520} = 0,2666 \%$$

17.) S.S.White Wax Stangen grün:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+3	+6	+5	+7	+8	+9

Wachslänge: 9 mal 40 = 360 mü

$$260000 + 360 = 260360 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{260360} = 0,0461$$

$$b) x = \frac{0,0461 \text{ mal } 260000}{260360} = 0,0460 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{260360} = 0,1229$$

$$b) x = \frac{0,1229 \text{ mal } 260000}{260360} = 0,1227 \%$$

18.) S.S.White Wax Stangen blau hart:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-25	-25	-22	-21	-20	-13

Wachslänge: 50 mal 40 = 2000 mü

$$260000 \text{ minus } 2000 = 258000 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 37 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{258000} = 0,1085$$

$$b) x = \frac{0,1085 \text{ mal } 260000}{258000} = 0,1093 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 17 mal 40 = 680 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 680}{258000} = 0,2636$$

$$b) x = \frac{0,2636 \text{ mal } 260000}{258000} = 0,2656 \%$$

19.) S.S.White Wax Stangen blau regular:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+18	+12	+21	+16	+25	+20
Wachslänge: 30 mal 40 = 1200 mü					
260000 + 1200 = 261200 mü					

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{261200} = 0,1072$$

$$b) x = \frac{0,1072 \text{ mal } 260000}{261200} = 0,1067 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 15 mal 40 = 600 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 600}{261200} = 0,2297$$

$$b) x = \frac{0,2297 \text{ mal } 260000}{261200} = 0,2286 \%$$

20.) S.S.White Wax Stangen schwarz:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+1	-27	+3	-24	+5	-11
Wachslänge: 26 mal 40 = 1040 mü					
260000 minus 1040 = 258960 mü					

I Differenz von 25 auf 37 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{258960} = 0,0772$$

$$b) x = \frac{0,0772 \text{ mal } 260000}{258960} = 0,0775 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 20 mal 40 = 800 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 800}{258960} = 0,3089$$

$$b) x = \frac{0,3089 \text{ mal } 260000}{258960} = 0,3101 \%$$

21.) Moyco-Wax Platten grün 0,3 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+15	+15	+15	+25	+18	+34
Wachslänge: 30 mal 40 = 1200 mü					
260000 + 1200 = 261200 mü					

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 10 mal 40 = 400 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 400}{261200} = 0,1531$$

$$b) x = \frac{0,1531 \text{ mal } 260000}{261200} = 0,1524 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 22 mal 40 = 880 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 880}{261200} = 0,3369$$

$$b) x = \frac{0,3369 \text{ mal } 260000}{261200} = 0,3354 \%$$

22.) Moyco-Wax Platten grün 0,24 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+13	-4	+16	-2	+19	0
Wachslänge: 9 mal 40 = 360 mü					
260000 + 360 = 260360 mü					

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{260360} = 0,0768$$

$$b) x = \frac{0,0768 \text{ mal } 260000}{260360} = 0,0767 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 10 mal 40 = 400 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 400}{260360} = 0,1536$$

$$b) x = \frac{0,1536 \text{ mal } 260000}{260360} = 0,1534 \%$$

23.) Moyco-Wax Platten grün 0,26 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+14	-3	+17	+1	+22	+5

Wachslänge: 11 mal 40 = 440 mü

$$260000 + 440 = 260440 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{260440} = 0,1075$$

$$b) x = \frac{0,1075 \text{ mal } 260000}{260440} = 0,1073 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 16 mal 40 = 640 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 640}{260440} = 0,2457$$

$$b) x = \frac{0,2457 \text{ mal } 260000}{260440} = 0,2453 \%$$

24.) Moyco-Wax Platten grün 0,28 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-4	-9	-2	0	0	+8

Wachslänge: 13 mal 40 = 520 mü

$$260000 \text{ minus } 520 = 259480 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 37 Grad: 11 mal 40 = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{259480} = 0,1696$$

$$b) x = \frac{0,1696 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,1699 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 21 mal 40 = 840 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 840}{259480} = 0,3237$$

$$b) x = \frac{0,3237 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,3243 \%$$

25.) Harvard-Wachs Stangen blau weich:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
0	-5	0	0	0	+6

Wachslänge: 5 mal 40 = 200 mü

260000 minus 200 = 259800 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{259800} = 0,0770$$

$$b) x = \frac{0,0770 \text{ mal } 260000}{259800} = 0,0771 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 11 mal 40 = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{259800} = 0,1694$$

$$b) x = \frac{0,1694 \text{ mal } 260000}{259800} = 0,1695 \%$$

26.) Harvard-Wachs Stangen blau normalhart:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
0	-5	+2	-4	+7	-7

Wachslänge: 5 mal 40 = 200 mü

260000 minus 200 = 259800 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259800} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259800} = 0,0462 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{259800} = 0,1386$$

$$b) x = \frac{0,1386 \text{ mal } 260000}{259800} = 0,1388 \%$$

27.) Harvard-Wachse Stangen blau extrahart:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+10	+5	+16	+8	+20	+10

Wachslänge: 15 mal 40 = 600 mü

$$260000 + 600 = 260600 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{260600} = 0,1381$$

$$b) x = \frac{0,1381 \text{ mal } 260000}{260600} = 0,1378 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 15 mal 40 = 600 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 600}{260600} = 0,2302$$

$$b) x = \frac{0,2302 \text{ mal } 260000}{260600} = 0,2297 \%$$

28.) Harvard-Wachse Kegel blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
0	-12	+1	-8	+5	-2

Wachslänge: 12 mal 40 = 480 mü

$$260000 \text{ minus } 480 = 259520 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{259520} = 0,0771$$

$$b) x = \frac{0,0771 \text{ mal } 260000}{259520} = 0,0772 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 15 mal 40 = 600 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 600}{259520} = 0,2312$$

$$b) x = \frac{0,2312 \text{ mal } 260000}{259520} = 0,2316 \%$$

29.) Ransom & Randolph-Wax Stangen schwarz:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-14	-33	-12	-31	-7	-27

Wachslänge: 47 mal 40 = 1880 mü

260000 minus 1880 = 258120 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{258120} = 0,0620$$

$$b) x = \frac{0,0620 \text{ mal } 260000}{258120} = 0,0625 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{258120} = 0,2015$$

$$b) x = \frac{0,2015 \text{ mal } 260000}{258120} = 0,2030 \%$$

30.) Morsa-Einlagegußwachs Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
0	-19	+2	-17	+4	-15

Wachslänge: 19 mal 40 = 760 mü

260000 minus 760 = 259240 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{259240} = 0,0617$$

$$b) x = \frac{0,0617 \text{ mal } 260000}{259240} = 0,0619 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{259240} = 0,1238$$

$$b) x = \frac{0,1238 \text{ mal } 260000}{259240} = 0,1238 \%$$

31.) Morsa-Gußwachs Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+10	-20	+12	-17	+14	-15

Wachslänge: 10 mal 40 = 400 mü
 260000 minus 400 = 259600 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{259600} = 0,0770$$

$$b) x = \frac{0,0770 \text{ mal } 260000}{259600} = 0,0771 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{259600} = 0,1387$$

$$b) x = \frac{0,1387 \text{ mal } 260000}{259600} = 0,1389 \%$$

32.) Morsa-Gußwachs Platten blau 0,25 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-7	+3	-5	+4	-1	+5

Wachslänge: 4 mal 40 = 160 mü

$$260000 \text{ minus } 160 = 259840 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259840} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259840} = 0,0462 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{259840} = 0,1232$$

$$b) x = \frac{0,1232 \text{ mal } 260000}{259840} = 0,1233 \%$$

33.) Morsa-Gußwachs Platten blau 0,3 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-9	-14	-6	-12	-5	-10

Wachslänge: 23 mal 40 = 920 mü
 260000 minus 920 = 259080 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{259080} = 0,0772$$

$$b) x = \frac{0,0772 \text{ mal } 260000}{259080} = 0,0775 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{259080} = 0,1235$$

$$b) x = \frac{0,1235 \text{ mal } 260000}{259080} = 0,1239 \%$$

34.) Morsa-Gußwachs Platten blau 0,4 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-14	-30	-11	-26	-9	-25

Wachslänge: 44 mal 40 = 1760 mü
 260000 minus 1760 = 258240 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{258240} = 0,1084$$

$$b) x = \frac{0,1084 \text{ mal } 260000}{258240} = 0,1091 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 10 mal 40 = 400 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 400}{258240} = 0,1549$$

$$b) x = \frac{0,1549 \text{ mal } 260000}{258240} = 0,1560 \%$$

35.) Morsa-Gußwachs Platten blau 0,6 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-28	-28	-27	-26	-26	-25

Wachslänge: 56 mal 40 = 2240 mü

260000 minus 2240 = 257760 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{257760} = 0,0466$$

$$b) x = \frac{0,0466 \text{ mal } 260000}{257760} = 0,0470 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 5 mal 40 = 200 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 200}{257760} = 0,0776$$

$$b) x = \frac{0,0776 \text{ mal } 260000}{257760} = 0,0783 \%$$

36.) Gebdi-Gußwachs Platten rund blau 0,25 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-19	-27	-8	-25	0	-21

Wachslänge: 46 mal 40 = 1840 mü

260000 minus 1840 = 258160 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{258160} = 0,2014$$

$$b) x = \frac{0,2014 \text{ mal } 260000}{258160} = 0,2028 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 25 mal 40 = 1000 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 1000}{258160} = 0,3874 \%$$

$$b) x = \frac{0,3874 \text{ mal } 260000}{258160} = 0,3902 \%$$

37.) Gebdi-Gußwachs Platten rund blau 0,3 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-17	-9	-11	-2	-6	+1

Wachslänge: 26 mal 40 = 1040 mü

260000 minus 1040 = 258960 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{258960} = 0,2008$$

$$b) x = \frac{0,2008 \text{ mal } 260000}{258960} = 0,2016 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 21 mal 40 = 840 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 840}{258960} = 0,3244$$

$$b) x = \frac{0,3244 \text{ mal } 260000}{258960} = 0,3257 \%$$

38.) Gebdi-Gußwachs Platten rund blau 0,4 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-28	-16	-21	-11	-10	-6

Wachslänge: 44 mal 40 = 1760 mü

260000 minus 1760 = 258240 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 12 mal 40 = 480 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 480}{258240} = 0,1859$$

$$b) x = \frac{0,1859 \text{ mal } 260000}{258240} = 0,1872 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 28 mal 40 = 1120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 1120}{258240} = 0,4337$$

$$b) x = \frac{0,4337 \text{ mal } 260000}{258240} = 0,4367 \%$$

39.) Gebdi-Gußwachs Platten rund blau 0,5 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-27	-16	-24	-11	-19	-3

Wachslänge: 43 mal 40 = 1720 mü

260000 minus 1720 = 258280 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{258280} = 0,1239$$

$$b) x = \frac{260000 \text{ mal } 0,1239}{258280} = 0,1247 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 21 mal 40 = 840 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 840}{258280} = 0,3252$$

$$b) x = \frac{0,3252 \text{ mal } 260000}{258280} = 0,3274 \%$$

40.) Gebdi-Gußwachs Platten rechteckig blau 0,25 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-31	-35	-28	-30	-19	-26

Wachslänge: 66 mal 40 = 2640 mü

260000 minus 2640 = 257360 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{257360} = 0,1243$$

$$b) x = \frac{0,1243 \text{ mal } 260000}{257360} = 0,1256 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 21 mal 40 = 840 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 840}{257360} = 0,3264$$

$$b) x = \frac{0,3264 \text{ mal } 260000}{257360} = 0,3297 \%$$

41.) Gebdi-Gußwachs Platten rechteckig blau 0,3 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-27	-25	-16	-23	-10	-9

Wachslänge: 52 mal 40 = 2080 mü

260000 minus 2080 = 257920 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{257920} = 0,2016$$

$$b) x = \frac{0,2016 \text{ mal } 260000}{257920} = 0,2032 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 33 mal 40 = 1320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 1320}{257920} = 0,5118$$

$$b) x = \frac{0,5118 \text{ mal } 260000}{257920} = 0,5159 \%$$

42.) Gebdi-Gußwachs Platten rechteckig blau 0,4 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-6	-18	-1	-10	+6	-5

Wachslänge: 24 mal 40 = 960 mü

260000 minus 960 = 259040 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{259040} = 0,2007$$

$$b) x = \frac{0,2007 \text{ mal } 260000}{259040} = 0,2014 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 25 mal 40 = 1000 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 1000}{259040} = 0,3860$$

$$b) x = \frac{0,3860 \text{ mal } 260000}{259040} = 0,3874 \%$$

43.) Gebdi-Gußwachs Platten rechteckig blau 0,5 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-14	-2	-10	+5	-3	+8

Wachslänge: 16 mal 40 = 640 mü

260000 minus 640 = 259360 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 11 mal 40 = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{259360} = 0,1696$$

$$b) x = \frac{0,1696 \text{ mal } 260000}{259360} = 0,1700 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 21 mal 40 = 840 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 840}{259360} = 0,3239$$

$$b) x = \frac{0,3239 \text{ mal } 260000}{259360} = 0,3247 \%$$

44.) Gebdi-Einlagegußwachs Stangen blauhart:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-20	-9	-16	0	-10	+9

Wachslänge: 29 mal 40 = 1160 mü

260000 minus 1160 = 258840 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{258840} = 0,2009$$

$$b) x = \frac{0,2009 \text{ mal } 260000}{258840} = 0,2018 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 28 mal 40 = 1120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 1120}{258840} = 0,4327$$

$$b) x = \frac{0,4327 \text{ mal } 260000}{258840} = 0,4346 \%$$

45.) Adam Gies Wachs Stangen blau rund:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-21	-30	-17	-25	-11	-17

Wachslänge: 51 mal 40 = 2040 mü

260000 minus 2040 = 257960 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{257960} = 0,1396$$

$$b) x = \frac{0,1396 \text{ mal } 260000}{257960} = 0,1407 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 23 mal 40 = 920 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 920}{257960} = 0,3566$$

$$b) x = \frac{0,3566 \text{ mal } 260000}{257960} = 0,3594 \%$$

46.) Adam Gies Wachs Platten blau 0,25 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-11	-2	-8	+2	0	+8

Wachslänge: 13 mal 40 = 520 mü

260000 minus 520 = 259480 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{259480} = 0,1079$$

$$b) x = \frac{0,1079 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,1081 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 21 mal 40 = 840 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 840}{259480} = 0,3237$$

$$b) x = \frac{0,3237 \text{ mal } 260000}{259480} = 0,3243 \%$$

47.) Adam Gies Wachs Platten blau 0,3 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-31	-47	-19	-46	-19	-37

Wachslänge: 78 mal 40 = 3120 mü

$$260000 \text{ minus } 3120 = 256880 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{256880} = 0,2024$$

$$b) x = \frac{0,2024 \text{ mal } 260000}{256880} = 0,2049 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 22 mal 40 = 880 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 880}{256880} = 0,3426$$

$$b) x = \frac{0,3426 \text{ mal } 260000}{256880} = 0,3468 \%$$

48.) Adam Gies Wachs Platten blau 0,4 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+17	-11	+17	-9	+17	-3

Wachslänge: 6 mal 40 = 240 mü

$$260000 + 240 = 260240 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 2 mal 40 = 80 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 80}{260240} = 0,0307$$

$$b) x = \frac{0,0307 \text{ mal } 260000}{260240} = 0,0307 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{260240} = 0,1230$$

$$b) x = \frac{0,1230 \text{ mal } 260000}{260240} = 0,1229 \%$$

49.) Heko-Wachs Stangen blau rund normalhart:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-18	-11	-18	-10	-16	-9

Wachslänge: 29 mal 40 = 1160 mü

260000 minus 1160 = 258840 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 1 mal 40 = 40 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 40}{258840} = 0,0155$$

$$b) x = \frac{0,0155 \text{ mal } 260000}{258840} = 0,0156 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{258840} = 0,0618$$

$$b) x = \frac{0,0618 \text{ mal } 260000}{258840} = 0,0621 \%$$

50.) Heko-Wachs Stangen grün rund extrahart:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+3	-14	+4	-12	+4	-11

Wachslänge: 11 mal 40 = 440 mü

260000 minus 440 = 259560 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259560} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259560} = 0,0463 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 4 mal 40 = 160 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{259560} = 0,0616$$

$$b) x = \frac{0,0616 \text{ mal } 260000}{259560} = 0,0617 \%$$

51.) Heko-Wachs Platten blau 0,5 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-26	+8	-26	+17	-26	+21

Wachslänge: 18 mal 40 = 720 mü

$$260000 \text{ minus } 720 = 259280 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{259280} = 0,1388$$

$$b) x = \frac{0,1388 \text{ mal } 260000}{259280} = 0,1392 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 13 mal 40 = 520 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 520}{259280} = 0,2006$$

$$b) x = \frac{0,2006 \text{ mal } 260000}{259280} = 0,2012 \%$$

52.) Heko-Wachs Platten grün 0,6 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-12	-6	-9	0	-2	+8

Wachslänge: 18 mal 40 = 720 mü

$$260000 \text{ minus } 720 = 259280 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{259280} = 0,1388$$

$$b) x = \frac{0,1388 \text{ mal } 260000}{259280} = 0,1392 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 24 mal 40 = 960 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 960}{259280} = 0,3703$$

$$b) x = \frac{0,3703 \text{ mal } 260000}{259280} = 0,3713 \%$$

53.) Neos Dental Ruscher's Wax blau (Winter):

25 Grad		30 Grad		37 Grad:	
R	L	R	L	R	L
-12	-4	-11	-2	-10	0

Wachslänge: 16 mal 40 = 640 mü

$$260000 \text{ minus } 640 = 259360 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259360} = 0,0463$$

$$b) x = \frac{0,0463 \text{ mal } 260000}{259360} = 0,0464 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 6 mal 40 = 240 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 240}{259360} = 0,0925$$

$$b) x = \frac{0,0925 \text{ mal } 260000}{259360} = 0,0927 \%$$

54.) Neos Dental Ruscher's Casting Wax blau (Sommer):

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-5	+9	-5	+11	-4	+17

Wachslänge: 4 mal 40 = 160 mü

$$260000 + 160 = 260160 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 2 mal 40 = 80 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 80}{260160} = 0,0307$$

$$b) x = \frac{0,0307 \text{ mal } 260000}{260160} = 0,0307 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 9 mal 40 = 360 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 360}{260160} = 0,1384$$

$$b) x = \frac{0,1384 \text{ mal } 260000}{260160} = 0,1383 \%$$

55.) Neos Dental Ruscher's Casting Wax grün (Winter):

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+12	+29	+12	+30	+12	+35

Wachslänge: 41 mal 40 = 1640 mü
 260000 + 1640 = 261640 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 1 mal 40 = 40 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 40}{261640} = 0,0153$$

$$b) x = \frac{0,0153 \text{ mal } 260000}{261640} = 0,0152 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 6 mal 40 = 240 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 240}{261640} = 0,0917$$

$$b) x = \frac{0,0917 \text{ mal } 260000}{261640} = 0,0911 \%$$

56.) Neos Dental Ruscher's Casting Wax grün (Sommer):

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+17	+35	+21	+38	+23	+40

Wachslänge: 52 mal 40 = 2080 mü
 260000 + 2080 = 262080 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{262080} = 0,1068$$

$$b) x = \frac{0,1068 \text{ mal } 260000}{262080} = 0,1060 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 11 mal 40 = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{262080} = 0,1679$$

$$b) x = \frac{0,1679 \text{ mal } 260000}{262080} = 0,1666 \%$$

57.) Neos Dental Ruscher's Gußwachs Platten blau 0,35 mm:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+9	+6	+11	+8	+13	+10

Wachslänge: 15 mal 40 = 600 mü

$$260000 + 600 = 260600 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 160}{260600} = 0,0614$$

$$b) x = \frac{0,0614 \text{ mal } 260000}{260600} = 0,0613 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 8 mal 40 = 320 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 320}{260600} = 0,1228$$

$$b) x = \frac{0,1228 \text{ mal } 260000}{260600} = 0,1225 \%$$

58.) Odus Dental Stangen blau:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
+1	+4	+2	+5	+5	+10

Wachslänge: 5 mal 40 = 200 mü

$$260000 + 200 = 260200 \text{ mü}$$

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 2 mal 40 = 80 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 80}{260200} = 0,0307$$

$$b) x = \frac{0,0307 \text{ mal } 260000}{260200} = 0,0307 \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 10 mal 40 = 400 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 400}{260200} = 0,1537$$

$$b) x = \frac{0,1537 \text{ mal } 260000}{260200} = 0,1536 \%$$

59.) Diamond Cross Wax Döschchen, grün:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-14	0	-10	+3	-10	+7

Wachslänge: 14 mal 40 = 560 mü

260000 minus 560 = 259440 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 7 mal 40 = 280 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 280}{259440} = 0,1079$$

$$b) x = \frac{0,1079 \text{ mal } 260000}{259440} = \underline{0,1121} \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 11 mal 40 = 440 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 440}{259440} = 0,1696$$

$$b) x = \frac{0,1696 \text{ mal } 260000}{259440} = \underline{0,1700} \%$$

60.) Ney Undercut Wax:

25 Grad		30 Grad		37 Grad	
R	L	R	L	R	L
-4	-4	-3	-4	-2	-3

Wachslänge: 8 mal 40 = 320 mü

260000 minus 320 = 259680 mü

I Differenz von 25 auf 30 Grad: 1 mal 40 = 40 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 40}{259680} = 0,0154$$

$$b) x = \frac{0,0154 \text{ mal } 260000}{259680} = \underline{0,0154} \%$$

II Differenz von 25 auf 37 Grad: 3 mal 40 = 120 mü

$$a) x = \frac{100 \text{ mal } 120}{259680} = 0,0462$$

$$b) x = \frac{0,0462 \text{ mal } 260000}{259680} = \underline{0,0464} \%$$

V. Ergebnisse

Die Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Versuchsreihe 1: "Prozent des Wachsrückstandes nach der Verbrennung". In dieser Tabelle sind die Wachse in der Reihenfolge aufgezählt, in der die Versuche durchgeführt wurden.

Eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse dieser Versuchsreihe ergibt die Tabelle 3. Hierbei sind die Wachse nach den Versuchsergebnissen geordnet. Je nach den während der Versuche gefundenen Werten werden die einzelnen Wachse mit Punkten versehen. Das Wachs, das das günstigste Ergebnis aufweist (bei diesem Versuch erzielten das Steinhart-Wachs, Platten 0,5 mm und das Prepon-Wachs, Lanzetten, grün genau das gleiche Ergebnis) wurde mit 1 Punkt bewertet. Das in der Reihenfolge des Ergebnisses folgende Wachs wurde immer mit einem zusätzlichen Punkt bedacht. Da in dieser Versuchsreihe die beiden ersten Präparate das gleiche Ergebnis aufwiesen und somit jeweils mit einem Punkt bewertet wurden, erhielt das nächstfolgende Wachs (Ruscher's Casting Wax, grün, Winter) bereits drei Punkte. In dieser Weise wurden sämtliche untersuchten Wachse mit Punkten versehen. Die höchstmögliche Punktzahl ist somit nach dem eben gesagten bei 60 untersuchten Wachsen 60. In der Tabelle bedeutet die erste Zahl vor den Wachsamen die Punktzahl, die zweite Zahl (in Klammern) die während der gesamten Arbeit beibehaltene Kennzahl für das einzelne Wachspräparat.

Die Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Versuchsreihe 2: "Prozent der linearen Wärmeexpansion", in der Reihenfolge der Versuche.

Die Tabellen 4 und 5 führen die einzelnen Wachse wieder geordnet nach ihrem Ergebnis auf. Die Tabelle 4 gibt Auskunft über das Ergebnis der linearen Wärmeexpansion von 25 auf 30⁰ Celsius und die Tabelle 5 über das Ergebnis der linearen Wärmeexpansion von 25 auf 37⁰ Celsius. Auch hierbei wurden einzelne Wachspräparate in der bereits für die Tabelle 3 beschriebenen Weise mit Punkten bedacht.

Diese Punktwertung soll ein untereinander vergleichbares Gesamtergebnis der beiden durchgeführten Versuchsreihen für jedes einzelne Wachspräparat ermöglichen.

Die Addition der Einzelpunkte ergibt die Tabelle 6, wobei unter der Rubrik R die Punktzahl für den Wachsrückstand, unter der Rubrik a die Punktzahl für die lineare Wärmeexpansion von 25 auf 30⁰ Celsius und unter der Rubrik b die Punktzahl von 25 auf 37⁰ Celsius aufgeführt ist. Unter der Rubrik S findet sich die Summe dieser 3 Einzelwerte und somit das Gesamtergebnis für das jeweilige Wachspräparat aus den beiden Versuchsreihen. Die Wachse sind in dieser Tabelle geordnet nach ihrer Gesamtpunktzahl aufgeführt.

Tabelle 1

Zusammenfassung der Versuchsreihe 1: Wachsrückstand

Wachsfabrikate	Wachsrückstand in Prozent
1. Steinhart-Wachse, Platten, 0,8 mm	0,038
2. Steinhart-Wachse, Platten, 0,5 mm	0,000
3. Steinhart-Wachse, Platten, 0,25 mm	0,132
4. Steinhart-Wachse, Stangen	0,067
5. Taggarts Wax, Stangen, grün	0,031
6. Taggarts Wax, Stangen, blau	0,046
7. Paul Berg, Platten, blau, 0,5 mm	0,062
8. Paul Berg, Platten, grün, 0,3 mm	0,048
9. Prepon, Lanzetten, blau	0,017
10. Prepon, Lanzetten, grün	0,000
11. Dentaureum, Stangen, schwarz	0,009
12. Dentaureum, Stangen, blau	0,010
13. Kerr, Stangen, grün	0,028
14. Kerr, Stangen, blau	0,028
15. Vevey-Wax, Stangen, blau	0,117
16. Vevey-Wax, Stangen, schwarz	0,280
17. S.S.White, Stangen, grün	0,034
18. S.S.White, Stangen, blau, hart	0,006
19. S.S.White, Stangen, blau, normal	0,010
20. S.S.White, Stangen, schwarz	0,010
21. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,3 mm	0,032
22. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,24 mm	0,046
23. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,26 mm	0,020
24. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,28 mm	0,038
25. Harvard, Stangen, blau, weich	0,039
26. Harvard, Stangen, blau, normalhart	0,033
27. Harvard, Stangen, blau, extrahart	0,063
28. Harvard, Kegel, blau	0,045
29. Ransom & Randolph, Stangen, schwarz	0,050
30. Morsa, Einlagegußwachs, Stangen, blau	0,169

Fortsetzung der Tabelle 1

Zusammenfassung der Versuchsreihe 1: Wachsrückstand

Wachsfabrikate	Wachsrückstand in Prozent
1. Morsa, Stangen, blau	0,049
2. Morsa, Platten, blau, 0,25 mm	0,061
33. Morsa, Platten, blau, 0,3 mm	0,075
34. Morsa, Platten, blau, 0,4 mm	0,079
35. Morsa, Platten, blau, 0,6 mm	0,079
36. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,25 mm	0,132
37. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,3 mm	0,104
38. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,4 mm	0,401
39. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,5 mm	0,107
40. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm	0,107
41. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,3 mm	0,123
42. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,4 mm	0,076
43. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm	0,100
44. Gebdi, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,310
45. Adam Gies, Stangen, blau	0,328
46. Adam Gies, Platten, blau, 0,25 mm	0,326
47. Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	0,308
48. Adam Gies, Platten, blau, 0,4 mm	0,361
49. Heko, Stangen, blau, normalhart	0,024
50. Heko, Stangen, grün, extrahart	0,033
51. Heko, Platten, blau, 0,5 mm	0,017
52. Heko, Platten, grün, 0,6 mm	0,062
53. Ruscher's Casting Wax, blau (Winter)	0,041
54. Ruscher's Casting Wax, blau (Sommer)	0,011
55. Ruscher's Casting Wax, grün (Winter)	0,005
56. Ruscher's Casting Wax, grün (Sommer)	0,028
57. Neos Dental, Platten, 0,35 mm	0,033
58. Odus Dental, Stangen, blau	0,031
59. Diamond Cross Wax, grün	0,015
60. Ney Undercut Wax, violett	0,046

Tabelle 2

Zusammenfassung der Versuchsreihe 2: Wärmeexpansion

Wachsfabrikate	Prozent der linearen Wärmeexpansion von	
	25 - 30°C	25 - 37°C
1. Steinhart-Wachse, 0,8 mm	0,06	0,09
2. Steinhart-Wachse, 0,5 mm	0,11	0,20
3. Steinhart-Wachse, 0,25 mm	0,09	0,19
4. Steinhart-Wachse, Stangen	0,17	0,25
5. Taggarts Wax, Stangen, grün	0,05	0,11
6. Taggarts Wax, Stangen, blau	0,05	0,08
7. Paul Berg, Platten, blau, 0,5 mm	0,12	0,17
8. Paul Berg, Platten, grün, 0,3 mm	0,11	0,18
9. Prepon, Lanzetten, blau	0,03	0,06
10. Prepon, Lanzetten, grün	0,05	0,08
11. Dentaureum, Stangen, schwarz	0,03	0,05
12. Dentaureum, Stangen, blau	0,05	0,10
13. Kerr, Stangen, grün	0,06	0,11
14. Kerr, Stangen, blau	0,05	0,10
15. Vevey-Wax, Stangen, blau	0,12	0,15
16. Vevey-Wax, Stangen, schwarz	0,14	0,27
17. S.S.White, Stangen, grün	0,05	0,12
18. S.S.White, Stangen, blau, hart	0,10	0,26
19. S.S.White, Stangen, blau, normal	0,11	0,23
20. S.S.White, Stangen, schwarz	0,08	0,31
21. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,3 mm	0,15	0,33
22. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,24 mm	0,08	0,15
23. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,26 mm	0,11	0,24
24. Moyco-Wax, Platten, grün, 0,28 mm	0,17	0,32
25. Harvard, Stangen, blau, weich	0,08	0,17
26. Harvard, Stangen, blau, normalhart	0,05	0,14
27. Harvard, Stangen, blau, extrahart	0,14	0,23
28. Harvard, Kegel, blau	0,08	0,23
29. Ransom & Randolph, Stangen, schwarz	0,06	0,20
30. Morsa, Einlagegußwachs, Stangen, blau	0,06	0,12

Fortsetzung der Tabelle 2

Zusammenfassung der Versuchsreihe 2: Wärmeexpansion

Wachsfabrikate	Prozent der linearen Wärme-Expansion von	
	25 - 30°C	25 - 37°C
31. Morsa, Stangen, blau	0,08	0,14
32. Morsa, Platten, blau, 0,25 mm	0,05	0,12
33. Morsa, Platten, blau, 0,3 mm	0,08	0,12
34. Morsa, Platten, blau, 0,4 mm	0,11	0,16
35. Morsa, Platten, blau, 0,6 mm	0,05	0,08
36. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,25 mm	0,20	0,39
37. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,3 mm	0,20	0,32
38. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,4 mm	0,19	0,44
39. Gebdi, Platten, blau, rund, 0,5 mm	0,12	0,33
40. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm	0,12	0,33
41. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,3 mm	0,20	0,51
42. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,4 mm	0,20	0,39
43. Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm	0,17	0,32
44. Gebdi, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,20	0,43
45. Adam Gies, Stangen, blau	0,14	0,36
46. Adam Gies, Platten, blau, 0,25 mm	0,10	0,32
47. Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	0,20	0,35
48. Adam Gies, Platten, blau, 0,4 mm	0,03	0,12
49. Heko, Stangen, blau, hart	0,01	0,06
50. Heko, Stangen, grün, extrahart	0,05	0,06
51. Heko, Platten, blau, 0,5 mm	0,14	0,20
52. Heko, Platten, grün, 0,6 mm	0,14	0,37
53. Ruscher's Casting Wax, blau (Winter)	0,05	0,09
54. Ruscher's Casting Wax, blau (Sommer)	0,03	0,14
55. Ruscher's Casting Wax, grün (Winter)	0,01	0,09
56. Ruscher's Casting Wax, grün (Sommer)	0,11	0,17
57. Neos Dental, Platten, 0,35 mm	0,06	0,12
58. Odus Dental, Stangen, blau	0,03	0,15
59. Diamond Cross Wax, grün	0,11	0,17
60. Ney Undercut Wax, violett	0,01	0,05

Tabelle 3

Wachsrückstand geordnet nach dem Ergebnis

		Wachsrückstand in Prozent
1	(2) Steinhart-Wachse, Platten, 0,5 mm	0,000
1	(10) Prepon, Lanzetten, grün	0,000
3	(55) Ruscher's Casting Wax, grün (Winter)	0,005
4	(18) S.S.White, Stangen, blau, hart	0,006
5	(11) Dentaureum, Stangen, schwarz	0,009
6	(12) Dentaureum, Stangen, blau	0,010
6	(19) S.S.White, Stangen, blau, normal	0,010
6	(20) S.S.White, Stangen, schwarz	0,010
9	(54) Ruscher's Casting Wax, blau (Sommer)	0,011
10	(59) Diamond Cross Wax, grün	0,015
11	(51) Heko, Platten, blau, 0,5 mm	0,017
11	(9) Prepon, Lanzetten, blau	0,017
13	(23) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,26 mm	0,020
14	(49) Heko, Stangen, blau, normalhart	0,024
15	(13) Kerr, Stangen, grün	0,028
15	(14) Kerr, Stangen, blau	0,028
15	(56) Ruscher's Casting Wax, grün (Sommer)	0,028
18	(5) Taggart's Wax, Stangen, grün	0,031
20	(21) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,3 mm	0,032
21	(50) Heko, Stangen, grün, extrahart	0,033
21	(57) Neos Dental, Platten, 0,35 mm	0,033
21	(26) Harvard, Stangen, blau, normalhart	0,033
24	(17) S.S.White, Stangen, grün	0,034
25	(1) Steinhart-Wachse, Platten, 0,8 mm	0,038
25	(24) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,28 mm	0,038
27	(25) Harvard, Stangen, blau, weich	0,039
28	(53) Ruscher's Casting Wax, blau (Winter)	0,041
29	(28) Harvard, Kegel, blau	0,045
30	(60) Ney Undercut Wax, violett	0,046

Fortsetzung der Tabelle 3

Wachsrückstand geordnet nach dem Ergebnis

		Wachsrückstand in Prozent
30	(6) Taggart's Wax, Stangen, blau	0,046
30	(22) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,24 mm	0,046
33	(8) Paul Berg, Platten, grün, 0,3 mm	0,048
34	(31) Morsa, Stangen, blau	0,049
35	(29) Ransom & Randolph, Stangen, schwarz	0,050
36	(32) Morsa, Platten, blau, 0,25 mm	0,061
37	(7) Paul Berg, Platten, blau, 0,5 mm	0,062
37	(52) Heko, Platten, grün, 0,6 mm	0,062
39	(27) Harvard, Stangen, blau, extrahart	0,063
40	(4) Steinhart-Wachse, Stangen	0,067
41	(33) Morsa, Platten, blau, 0,3 mm	0,075
42	(42) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,4 mm	0,076
43	(34) Morsa, Platten, blau, 0,4 mm	0,079
43	(35) Morsa, Platten, blau, 0,6 mm	0,079
45	(43) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm	0,100
45	(37) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,3 mm	0,104
47	(39) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,5 mm	0,107
47	(40) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm	0,107
49	(15) Vevey-Wax, Stangen, blau	0,117
50	(41) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,3 mm	0,123
51	(3) Steinhart-Wachse, Platten, 0,25 mm	0,132
51	(36) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,25 mm	0,132
53	(30) Morsa, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,169
54	(16) Vevey-Wax, Stangen, schwarz	0,280
55	(47) Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	0,308
56	(44) Gebdi, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,310
57	(46) Adam Gies, Platten, blau, 0,25 mm	0,326
58	(45) Adam Gies, Stangen, blau	0,328
59	(48) Adam Gies, Platten, blau, 0,4 mm	0,361
60	(38) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,4 mm	0,401

Tabelle 4

Lineare Wärmeexpansion von 25 auf 30 Grad Celsius
geordnet nach dem Ergebnis

		Wärmeexpansion in Prozent
1	(49) Heko, Stangen, blau, hart	0,01
1	(55) Ruscher's Casting Wax, grün (Winter)	0,01
1	(60) Ney Undercut Wax, violett	0,01
4	(9) Prepon, Lanzetten, blau	0,03
4	(11) Dentaureum, Stangen, schwarz	0,03
4	(48) Adam Gies, Platten, blau, 0,4 mm	0,03
4	(54) Ruscher's Casting Wax, blau (Sommer)	0,03
4	(58) Odus Dental, Stangen, blau	0,03
9	(5) Taggart's Wax, Stangen, grün	0,05
9	(6) Taggart's Wax, Stangen, grün	0,05
9	(10) Prepon, Lanzetten, grün	0,05
9	(12) Dentaureum, Stangen, blau	0,05
9	(14) Kerr, Stangen, blau	0,05
9	(17) S.S.White, Stangen, grün	0,05
9	(26) Harvard, Stangen, blau, normalhart	0,05
9	(32) Morsa, Platten, blau, 0,25 mm	0,05
9	(35) Morsa, Platten, blau, 0,6 mm	0,05
9	(50) Heko, Stangen, grün, extrahart	0,05
9	(53) Ruscher's Casting Wax, blau (Winter)	0,05
20	(1) Steinhart-Wachse, Platten, 0,8 mm	0,06
20	(13) Kerr, Stangen, grün	0,06
20	(29) Ransom & Randolph, Stangen, schwarz	0,06
20	(30) Morsa, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,06
20	(57) Neos Dental, Platten, 0,35 mm	0,06
25	(20) S.S.White, Stangen, schwarz	0,08
25	(22) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,24 mm	0,08
25	(25) Harvard, Stangen, blau, weich	0,08
25	(28) Harvard, Kegel, blau	0,08
25	(31) Morsa, Stangen, blau	0,08
25	(33) Morsa, Platten, blau, 0,3 mm	0,08

Fortsetzung zu Tabelle 4

Lineare Wärmeexpansion von 25 auf 30 Grad Celsius
geordnet nach dem Ergebnis

Wärmeexpansion
in Prozent

31	(3) Steinhart-Wachse, Platten, 0,25 mm	0,09
32	(18) S.S.White, Stangen, blau, hart	0,10
32	(46) Adam Gies, Platten, blau, 0,25 mm	0,10
34	(2) Steinhart-Wachse, Platten, 0,5 mm	0,11
34	(8) Paul Berg, Platten, grün, 0,3 mm	0,11
34	(19) S.S.White, Stangen, blau, normal	0,11
34	(23) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,26 mm	0,11
34	(34) Morsa, Platten, blau, 0,4 mm	0,11
34	(56) Ruscher's Casting Wax, grün (Sommer)	0,11
34	(59) Diamond Cross Wax, grün	0,11
41	(7) Paul Berg, Platten, blau, 0,5 mm	0,12
41	(15) Vevey-Wax, Stangen, blau	0,12
41	(39) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,5 mm	0,12
41	(40) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm	0,12
45	(16) Vevey-Wax, Stangen, schwarz	0,14
45	(27) Harvard, Stangen, blau, extrahart	0,14
45	(45) Adam Gies, Stangen, blau	0,14
45	(51) Heko, Platten, blau, 0,5 mm	0,14
45	(52) Heko, Platten, grün, 0,6 mm	0,14
50	(21) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,3 mm	0,15
51	(4) Steinhart-Wachse, Stangen	0,17
51	(24) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,28 mm	0,17
51	(43) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm	0,17
54	(38) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,4 mm	0,19
55	(36) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,25 mm	0,20
55	(37) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,3 mm	0,20
55	(41) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,3 mm	0,20
55	(42) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,4 mm	0,20
55	(44) Gebdi, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,20
55	(47) Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	0,20

Tabelle 5

Lineare Wärmeexpansion von 25 auf 37 Grad Celsius
geordnet nach dem Ergebnis

		Wärmeexpansion in Prozent
1	(11) Dentaureum, Stangen, schwarz	0,05
1	(60) Ney Undercut Wax, violett	0,05
3	(9) Prepon, Lanzetten, blau	0,06
3	(49) Heko, Stangen, blau, hart	0,06
3	(50) Heko, Stangen, grün, extrahart	0,06
6	(6) Taggart's Wax, Stangen, blau	0,08
6	(10) Prepon, Lanzetten, grün	0,08
6	(35) Morsa, Platten, blau, 0,6 mm	0,08
9	(1) Steinhart-Wachse, Platten, 0,8 mm	0,09
9	(53) Ruscher's Casting Wax, blau (Winter)	0,09
9	(55) Ruscher's Casting Wax, grün (Winter)	0,09
12	(12) Dentaureum, Stangen, blau	0,10
12	(14) Kerr, Stangen, blau	0,10
14	(5) Taggart's Wax, Stangen, grün	0,11
14	(13) Kerr, Stangen, grün	0,11
16	(17) S.S.White, Stangen, grün	0,12
16	(30) Morsa, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,12
16	(32) Morsa, Platten, blau, 0,25 mm	0,12
16	(33) Morsa, Platten, blau, 0,3 mm	0,12
16	(48) Adam Gies, Platten, blau, 0,4 mm	0,12
16	(57) Neos Dental, Platten, 0,35 mm	0,12
22	(26) Harvard, Stangen, blau, weich	0,14
22	(31) Morsa, Stangen, blau	0,14
22	(54) Ruscher's Casting Wax, blau (Sommer)	0,14
25	(15) Vevey-Wax, Stangen, blau	0,15
25	(22) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,24 mm	0,15
25	(58) Odus Dental, Stangen, blau	0,15
28	(34) Morsa, Platten, blau, 0,4 mm	0,16
29	(7) Paul Berg, Platten, blau, 0,5 mm	0,17
29	(25) Harvard, Stangen, blau, weich	0,17

Fortsetzung zu Tabelle 5

Lineare Wärmeexpansion von 25 auf 37 Grad Celsius
geordnet nach dem Ergebnis

		Wärmeexpansion in Prozent
29	(56) Ruscher's Casting Wax, grün (Sommer)	0,17
29	(59) Diamond Cross Wax, grün	0,17
33	(8) Paul Berg, Platten, grün, 0,3 mm	0,18
34	(3) Steinhart-Wachse, Platten, 0,25 mm	0,19
35	(2) Steinhart-Wachse, Platten, 0,5 mm	0,20
35	(29) Ransom & Randolph, Stangen, schwarz	0,20
35	(51) Heko, Platten, blau, 0,5 mm	0,20
38	(19) S.S.White, Stangen, blau, normal	0,23
38	(27) Harvard, Stangen, blau, extrahart	0,23
38	(28) Harvard, Kegel, blau	0,23
41	(23) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,26 mm	0,24
42	(4) Steinhart-Wachse, Stangen	0,25
43	(18) S.S.White, Stangen, blau, hart	0,26
44	(16) Vevey-Wax, Stangen, schwarz	0,27
45	(20) S.S.White, Stangen, schwarz	0,31
46	(24) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,28 mm	0,32
46	(37) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,3 mm	0,32
46	(43) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,5 mm	0,32
46	(46) Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	0,32
50	(21) Moyco-Wax, Platten, grün, 0,3 mm	0,33
50	(39) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,5 mm	0,33
50	(40) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,25 mm	0,33
53	(47) Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	0,35
54	(45) Adam Gies, Stangen blau	0,36
55	(52) Heko, Platten, grün, 0,6 mm	0,37
56	(36) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,25 mm	0,39
56	(42) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,4 mm	0,39
58	(44) Gebdi, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	0,43
59	(38) Gebdi, Platten, blau, rund, 0,4 mm	0,44
60	(41) Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,3 mm	0,51

Tabelle 6

Zusammenfassung der Punktwerte

		R	a	b	S
+	11 Dentaureum, Stangen, schwarz	5	4	1	10
+	55 Ruscher's Casting Wax, grün (Winter)	3	1	9	13
+	10 Prepon, Lanzetten, grün	1	9	6	16
+	9 Prepon, Lanzetten, blau	11	4	3	18
+	49 Heko, Stangen, blau, normalhart	14	1	3	18
+	12 Dentaureum, Stangen, blau	6	9	12	27
	60 Ney Undercut Wax, violett	30	1	1	32
	50 Heko, Stangen, grün, extrahart	21	9	3	33
+	54 Ruscher's Casting Wax, blau (Sommer)	9	4	22	35
+	14 Kerr, Stangen, blau	15	9	12	36
	5 Taggart's Wax, Stangen, grün	18	9	14	41
	6 Taggart's Wax, Stangen, blau	30	9	6	45
	53 Ruscher's Casting Wax, blau (Winter)	28	9	9	46
	58 Odus Dental, Stangen, blau	18	4	25	47
	13 Kerr, Stangen, grün	15	20	14	49
	17 S.S.White, Stangen, grün	24	9	16	49
	26 Harvard, Stangen, blau, normalhart	21	9	22	52
	1 Steinhart-Wachse, Platten, 0,8 mm	25	20	16	57
	57 Neos Dental, Platten, 0,35 mm	21	9	6	58
	35 Morsa, Platten, blau, 0,6 mm	43	9	6	58
	32 Morsa, Platten, blau, 0,25 mm	36	9	16	61
	2 Steinhart-Wachse, Platten, 0,5 mm	1	34	35	70
	59 Diamond Cross Wax	10	34	29	73
	20 S.S.White, Stangen, schwarz	6	25	45	76
	19 S.S.White, Stangen, blau, normal	6	34	38	78
	56 Ruscher's Casting Wax, grün (Sommer)	15	34	29	78
	18 S.S.White, Stangen, blau, hart	4	32	43	79
	48 Adam Gies, Platten, blau, 0,4 mm	59	4	16	79
	22 Moyco-Wax, Platten, grün, 0,24 mm	30	25	25	80
	25 Harvard, Stangen, blau, weich	27	25	29	81

Die mit einem Stern versehenen Wachse erzielten in der Versuchsreihe 1: "Verbrennungsrückstand" ein sehr gutes Ergebnis.

Fortsetzung der Tabelle 6

Zusammenfassung der Punktwerte

	R	a	b	S
31 Morsa, Stangen, blau	34	25	22	81
33 Morsa, Platten, blau, 0,3 mm	41	25	16	82
23 Moyco-Wax, Platten, grün, 0,26 mm	13	34	41	88
30 Morsa, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	53	20	16	89
29 Ransom & Randolph, Stangen, schwarz	35	20	35	90
51 Heko, Platten, blau, 0,5 mm	11	45	35	91
28 Harvard, Kegel, blau	29	25	38	92
8 Paul Berg, Platten, grün, 0,3 mm	33	34	33	100
34 Morsa, Platten, blau, 0,4 mm	43	34	28	105
7 Paul Berg, Platten, blau, 0,5 mm	37	41	29	107
15 Vevey-Wax, Stangen, blau	49	41	25	115
3 Steinhart-Wachse, Platten, 0,25 mm	51	31	34	116
21 Moyco-Wax, Platten, grün, 0,3 mm	20	50	50	120
24 Moyco-Wax, Platten, grün, 0,28 mm	25	51	46	122
27 Harvard, Stangen, blau, extrahart	39	45	38	122
4 Steinhart-Wachse, Stangen, blau	40	51	42	133
46 Adam Gies, Platten, blau, 0,25 mm	57	32	46	135
52 Heko, Platten, grün, 0,6 mm	37	45	55	137
39 Gebdi, Platten, blau, rund, 0,5 mm	47	41	50	138
40 Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,25mm	47	41	50	138
43 Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,5mm	45	51	46	142
16 Vevey-Wax, Stangen, schwarz	54	45	44	143
37 Gebdi, Platten, blau, rund, 0,3 mm	46	55	46	147
42 Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,4mm	42	55	56	153
45 Adam Gies, Stangen, blau	58	45	54	153
36 Gebdi, Platten, blau, rund, 0,25 mm	51	55	56	162
47 Adam Gies, Platten, blau, 0,3 mm	55	55	53	163
41 Gebdi, Platten, blau, rechteckig, 0,3mm	50	55	60	163
44 Gebdi, Einlage-Gußwachs, Stangen, blau	56	55	58	169
38 Gebdi, Platten, blau, rund, 0,4 mm	60	54	59	173

VI Diskussion der Ergebnisse

Aus den Tabellen ist ersichtlich, daß die lineare Wärmeexpansion der einzelnen Präparate keine signifikanten Unterschiede aufweist und innerhalb der FDI-Normen liegt. So ist eine Beurteilung der Ergebnisse in erster Linie nach den Verbrennungsrückständen vorzunehmen. Neben der Expansion während der Verarbeitung eines Wachses ist der Verbrennungsrückstand in der Hohlform der Gußmuffel entscheidend für die Qualität eines Gußobjektes. Wenn man die FDI-Normen zugrunde legt, so sind die letzten 15 Wachse der Tabelle 3 (25 %) für eine Verwendung in der Zahnheilkunde ungeeignet. Doch sollte den absoluten Werten mehr Beachtung geschenkt werden. Zur Erlangung optimaler Ergebnisse sollten nur die zuverlässigsten Materialien Verwendung finden.

In der Tabelle 6 sind die Punktzahlen aus den drei Versuchsreihen zusammengefaßt und die Präparate nach dem Punktwert geordnet. Die ersten 10 Wachse dieser Tabelle können als weitgehend gleichwertig angesehen werden. Die mit einem Stern versehenen Präparate stehen mit ihrem Wachsrückstand unter den 15 ersten der Tabelle 3. Diese Wachse können nach den vorliegenden Untersuchungen als besonders geeignet für die Verwendung in der Zahnheilkunde bezeichnet werden.

Im einleitenden Literatur-Bericht wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Spezifikationen der FDI-Normen in ihrer jetzt vorliegenden Form die für diese Arbeit gegebenen Möglichkeiten überschritten. So konnten die Untersuchungen zur Flow-Messung nicht durchgeführt werden, obwohl gerade sie zur Beurteilung der Verarbeitbarkeit besonders geeignet sind. Die Angaben der FDI-Spezifikation sind so umständlich und mit ihrem anglo-amerikanischen Maßsystem nicht auf das internationale metrische System zu übertragen. So wurden die von der vom Bundesverband der Deutschen Zahnärzte mit der Überarbeitung der FDI-Spezifikation beauftragten Arbeitsgemeinschaft angegebenen Maße verwandt, obwohl auch die Meßgeräte dringend einer Vereinfachung bedürften.

VII Zusammenfassung

Nach den modifizierten Normen der FDI-Spezifikation Nr. 4 für Gußwachse wurden dentale Gußwachse von 9 deutschen, 7 amerikanischen und 3 schweizer Firmen getestet.

Es wurde der Wachsrückstand nach Verbrennung bei 500° Celsius und die lineare Wärmeexpansion von 25 bis 30 und von 25 bis 37° Celsius von insgesamt 60 verschiedenen Präparaten untersucht. Ein signifikanter Unterschied der einzelnen Wachspräparate konnte dabei nur in Bezug auf den Verbrennungsrückstand nicht jedoch in Bezug auf die lineare Wärmeexpansion gefunden werden.

Die Versuche zeigten zwar, daß die getesteten Wachse (mit Ausnahme der letzten 15 in der Tabelle 3) den FDI-Normen entsprechen, doch wird die Ansicht vertreten, daß nur die besten für eine Verarbeitung in der Zahnheilkunde Verwendung finden sollten. Aus diesem Grund sind nur die ersten 10 Wachse der Tabelle 6 für die Herstellung zahnärztlicher Gußobjekte geeignet. Besonders hervorgehoben werden die in dieser Tabelle mit einem Stern versehenen Präparate, die bei den Rückstandsmessungen die besten Resultate zeigten.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen wird die Ansicht der mit der Überarbeitung der FDI-Spezifikation beauftragten Arbeitsgemeinschaft bestätigt, daß die von der FDI geforderten Normen für dentale Gußwachse in ihrer jetzigen

Fassung unzureichend sind. Die angegebenen Untersuchungsmethoden für Flow und lineare Wärmeexpansion sind zu kompliziert, als daß sie sich für routinemäßig durchgeführte Kontrollversuche eignen würden.

VIII Literatur-Nachweis

- 1.) Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zahnärzte zur Überarbeitung der FDI-Spezifikation
"Änderungsvorschläge zur FDI-Spezifikation Nr. 4 für Gußwachse"
Zahnärztl.Mitt. 57, 178, 1967
- 2.) BEECK, K.H.
"Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren und ihre praktische Auswertung"
Dtsch.zahnärztl.Z. 13, 42, 1958
- 3.) BESIER, Th.
"Über Formveränderungen des Modellwachses in Abhängigkeit von der Temperatur"
Med.Diss.München 1930
- 4.) BONSACK, Ch.
"Der heutige Stand des Gußproblems"
Dtsch.zahnärztl.Z. 8, 67, 1953
- 5.) CRAIG, R.G., EICK, J.D.
and PEYTON, F.A.
"Properties of Natural Waxes Used in Dentistry"
J.dent.Res. 44, 1308, 1965
- 6.) DREYER-JÜRGENSEN, K.
"Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren"
Dtsch.zahnärztl.Z. 7, 461, 1952
- 7.) ELANDER, K.
"Das Problem der Herstellung exakter Goldgußfüllungen"
Zahnärztl.Welt 17, S.837, 1929
- 8.) FALCK, K.
"Einführung in die Werkstoffkunde für Zahnärzte"
Hanser-Verlag München 1948

- 9.) GERLACH, R.
"Neue Forschungsergebnisse über die Kompensation von Kontraktionserscheinungen im Metallgußverfahren durch hochexpandierende Einbettungsmassen"
Öst.Z.Stomat. 7, 427, 1933
- 10.) Guide to Dental Materials:
pp. 95 2d ed. Chicago
J.amer.dent.Ass. 1964.
- 11.) ILG, V.K.
"Volumänderung bei der Verarbeitung unserer Gußwachse"
Zahnärztl.Rdsch. 48, 1149, 1939
- 12.) ILG, V.K.
"Das Gußwachs"
Zahnärztl.Rdsch. 49, 104, 1940
- 13.) LASATER, R.L.
"Control of Wax Distortion by Manipulation"
J.amer.dent.Ass. 19, 606, 1932
- 14.) MAVES, T.V.
"Recent Experiments Demonstrating Wax Distortion on All Wax Pattern when Heat Is Applied"
J.amer.dent.Ass. 19, 606, 1932
- 15.) MEANS, G.H.
"Die Behandlung des Wachses bei der Herstellung des Goldinlays"
Ref.in Zahnärztl.Rdsch. 31, 79, 1922
- 16.) MUMFORD, G. and
PHILLIPS, R.W.
"Dimensional Change in Wax Patterns during Setting of Gypsum Investment"
J.dent.Res. 37, 351, 1958

- 17.) NELKE, J.
"Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften von Gußwachsen und ihre Nutzenanwendung für die zahnärztliche Gußtechnik"
Med.Diss. Freiburg 1938
- 18.) NOSSEK, H.
"Experimentelle Erprobung verschiedener Wachse für Gußfüllungen"
Dtsch.Stomat. 8, 715, 1958
- 19.) OHASHI, M. and
PFAFFENBERGER, G.C.
"Melting, Flow and Thermal Expansion Characteristics of Some Dental and Commercial Waxes"
J.amer.dent.Ass. 72, 1141, 1966
- 20.) PHILLIPS, R.W. and
BIGGS, D.H.
"Distortion of Wax Pattern as Influenced by Storage Temperature, and Temperature of Wax Manipulation"
J.amer.dent.Ass. 41, 27, 1950
- 21.) PREISSECKER, O.
"Die Gußmethoden mit Wachsexpansion"
Öst.Z.Stomat. 25, 111, 1930
Ref.in Öst.z.Stomat. 6, 28, 1911
- 22.) PRICE, W.A.
"Ein Beitrag zur Frage der Prüfmethodik zahnärztlicher Wachse"
Dtsch.zahnärztl.Z. 10, 1428, 1955
- 23.) REHBERG, H.J.
"Second Revision of American Dental Association Specification No. 4 for Dental Inlay Casting Wax"
J.amer.dent.Ass. 62, 45, 1961
- 24.) STANFORD, J.W., WEIGEL, K.
and PFAFFENBERGER, G.C.

- 25.) TAEGER, F.
"Moderne zahnärztliche Guß-
verfahren"
Dtsch.Stomat. 7, 182, 1957
- 26.) TAYLOR, N.O. and
PFAFFENBERGER, G.C.
"A Survey of Current Inlay
Casting Technics"
J.amer.dent.Ass. 17, 2058,
1930
- 27.) TAYLOR, N.O., PFAFFENBERGER,
G.C. and SWEENEY, W.T.
"A Specification for Inlay
Casting Wax"
J.amer.dent.Ass. 18, 40,
1941
- 28.) THIEM, W.
"Beitrag zur Formtreue han-
delsüblicher dentaler Guß-
wachse"
Med.Diss. Halle 1959
- 29.) VAN HORN, C.S.
"Casting: A Review and Com-
mentary Including A Tech-
nique"
D.Cosmos 53, 873, 1910
- 30.) VOLLAND, R.M.
"Wachs und Matrizen für ge-
gossene Inlays"
Ref.in Zahnärztl.Rdsch. 38,
263, 1929
- 31.) WEIKART, P.
"Zum Thema Präzisionsguß"
Dental Labor 12, 55, 1956
- 32.) WEIKART, P.
"Grenzen und Prüfung der Guß-
genauigkeit"
Dtsch.zahnärztl.Z. 6, 897,
1957

Danksagungen

Herrn Privat-Dozent Dr.med.Dr.med.dent. R. H a r n d t
danke ich für die Überlassung des Themas und für die
freundliche Beratung bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Professor Dr.med.dent. A. K r ö n o k e danke
ich für die Übernahme des Ko-Referates.

Allen deutschen Firmen, die mich durch die kostenlose
Zusendung der untersuchten Wachspräparate unterstützten,
bin ich sehr dankbar.

Mein besonderer Dank gilt der Firma Siemens & Halske
(Werner-Werk für medizinische Elektrotechnik) für die
Anfertigung der Testgeräte.

Lebenslauf

Ich, Elke Weckerle, wurde am 23. April 1941 als Tochter des praktischen Arztes Dr.med. Hans-Werner Luft und dessen Ehefrau Margarete, geb.Rothkamm, in Bad Nauheim geboren.

Nach 4 Volksschuljahren besuchte ich bis zum Frühjahr 1958 das Ernst-Ludwig-Gymnasium in Bad Nauheim und trat dann an das Schiller-Gymnasium in Friedberg/Hessen über. An dieser Schule bestand ich am 28.2.1961 das Abitur.

Ab dem Sommer-Semester 1961 war ich an der Johann-Wolfgang-von Goethe-Universität Frankfurt für das Studium der Medizin immatrikuliert. Nach bestandenem Vorphysikum wechselte ich an die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und legte hier am 9. März 1965 das medizinische Physikum und am 19. Juli 1968 das medizinische Staatsexamen ab.

Seit dem 18. August 1967 bin ich mit dem Zahnarzt Dr.med.dent. Bruno Weckerle verheiratet.

Seit dem 1. August 1968 bin ich als Medizinalassistentin an der Frauenklinik der Universität Erlangen-Nürnberg tätig.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990

